



Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES PARA LA EMPRESA CACTOMER I.N UBICADA EN LA
PARROQUIA BOLÍVAR DEL CANTÓN PELILEO”**

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

JAVIER ALBERTO PORRAS MORALES

**RIOBAMBA – ECUADOR
2014**

AGRADECIMIENTO

Al finalizar un trabajo tal laborioso y lleno de dificultades como es la presente tesis primeramente me gustaría agradecer a Dios por darme la sabiduría y bendición por guiarme hasta donde eh llegado y hacer realidad lo anhelado.

A la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO por darme la oportunidad de adquirir conocimiento y lograr ser un profesional capaz.

A el Ing. Hannibal Brito como también al Ing. José Usiña por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda culminar exitosamente esta investigación.

A el Ing. Mario Villacres, por su apoyo incondicional desde su Dirección de Escuela durante toda mi carrea de preparación profesional.

A todas esas personas que han formado parte de mi vida profesional por su amistad, consejos, ánimos y compañía en momentos en los buenos como también malos momentos de mi vida.

Dios colme de bendiciones a todos ellos.

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y amor para esas personas importantes en mi vida que con su apoyo incondicional además de su sacrificio brindado durante toda mi vida han hecho que pueda cumplir mi sueño, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi

Mis madres Carmen Porras y Martha Morales

Mi padre Walter Porras

Mi tía Rosa Porras

Y para mis hermanos Maribel, Evelyn y Vicente Porras

ESTO ES POR USTEDES!!!!!!!

HOJA DE FIRMAS

El tribunal de tesis certifica que: El trabajo de investigación “OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA EMPRESA CACTOMER I.N UBICADA EN LA PARROQUIA BOLÍVAR DEL CANTÓN PELILEO“, de responsabilidad del Señor Javier Alberto Porras Morales, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizado su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Silvio Alvares DECANO FAC. CIENCIAS
Ing. Mario Villacres DIRECTOR DE ESCUELA
Ing. Hannibal Brito DIRECTOR DE TESIS
Ing. José Usiña MIEMBRO TRIBUNAL
Ing. Eduardo Tenelanda COORDINADOR SISDID ESPOCH
Nota de la Tesis:

HOJA DE RESPONSABILIDAD

“Yo Javier Alberto Porras Morales, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.”

JAVIER ALBERTO PORRAS MORALES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A	Área, (m ²)
A_{AB}	Área de aireación de bandeja, (m ²)
A_C	Área de un cilindro, (m ²)
A_{TA}	Área total de aireación, (m ²)
A_{TT}	Altura total de torre, (m)
β	Factor dependiente de la forma de barra, (s/u)
B_c	Ancho canal, (m)
b_g	Suma de separaciones entre barras, (m)
B	Ancho, (m)
C_C	Concentración de coagulante, (g/L)
C_D	Cantidad disminuida, (mg/L)
C_F	Concentración de floculante, (g/L)
d	distancia, (m)
D_C	Diámetro del cilindro, (m)
DQO	Demanda química de oxígeno, (mg/L)
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno, (mg/L)
e	Separación entre barras, (m)

g	Gravedad, (m/s^2)
h	Altura, (m)
h_s	Altura de seguridad, (m)
H	Alto, (m)
H_c	Altura total de criba, (m)
L	Largo, (m)
L_B	Longitud de barras, (m)
m	Masa, (Kg)
M_A	Volumen de la muestra, (mL)
N_{AR}	Número de unidades de aireación requerida, (s/u)
P	Puntos de muestreo, (s/u)
PAC	Policloruro de aluminio, (s/u)
pH	Potencial de hidrogeno, (s/u)
P_{CF}	Pesofloculante, (g)
P_{CG}	Peso coagulante, (g)
P_{CP}	Peso caja Petri vacía, (g)
P_{SP}	Peso solido con caja Petri, (g)
P_{ST}	Peso solido total, (g)

Q	Caudal de efluente, (m^3/s)
Q_{CTS}	Caudal de efluente en canal hacia tanque de sedimentación, (L/h)
Q_D	Caudal de dosificadora de químico, (L/h)
Q_{DC}	Caudal de dosificadora de coagulante, (L/h)
Q_{DF}	Caudal de dosificadora de floculante, (L/h)
Q_E	Caudal de entrada en planta de tratamiento, (L/h)
Q_{EP}	Caudal de entrada a planta de tratamiento de agua, (L/h)
Q_S	Caudal de salida en planta de tratamiento, (L/h)
Q_{SP}	Caudal de salida de la planta de tratamiento de agua, (L/h)
R_{CA}	Relación actual de dosificación del coagulante con agua a tratar, mL H_2O a tratar/mL de coagulante
R_{FA}	Relación actual de dosificación del floculante con agua a tratar, mL H_2O a tratar/mL de floculante
R_{OD}	Relación OPTIMIZADA actual de dosificación coagulante con agua a tratar, mL H_2O a tratar/mL de coagulante
s	Espesor de barra, (m)
δ	Angulo, (grados)

t	Tiempo, (s)
T	Temperatura, ($^{\circ}\text{C}$)
$T.A$	Carga total de efluente en un área, ($\text{L/h}\cdot\text{m}^2$)
t_e	Tiempo de exposición, (s)
v	Velocidad, (m/s)
V_A	Volumen disolución (agua), (L)
V_{ATM}	Volumen de agua residual a tratar por mes, (L)
V_{AT}	Volumen de agua residual a tratar, (L)
$V_{AT(\text{Dia})}$	Volumen de a agua a tratar por día, (L)
$V_{AT(\text{Semana})}$	Volumen de a agua a tratar por semana, (L)
$V_{AT(\text{Mes})}$	Volumen de a agua a tratar por mes, (L)
V_C	Volumen de contaminante, (L)
V_O	Valor optimizado, (mg/L)
V_{SO}	Valor sin optimización, (mg/L)
V_{S1}	Volumen sección 1 tanque floculación.(L)
V_{S2}	Volumen sección 2 tanque floculación,(L)
V_{S3}	Volumen sección 3 tanque floculación, (L)
V_{tio}	Volumen de tiosulfato, (L)

V_{T1}	Volumen tanque 1 de sedimentación, (L)
V_{T2}	Volumen tanque 2de sedimentación, (L)
V_{T3}	Volumen tanque 3de sedimentación, (L)
V_{TS}	Volumen total del tanque de floculación,(L)
V_{TTB}	Volumen total del tanque de tratamiento secundario,(L)
w	Ancho asumido, (L)
$\%D$	Porcentaje disminuido, (L)

TABLA DE CONTENIDOS

Pp.

CARATULA	
AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
HOJA DE FIRMAS	
HOJA DE RESPONSABILIDAD	
INDICE DE ABREVIATURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
TABLA DE GRÁFICOS	
TABLA DE ANEXOS	
RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
ANTECEDENTES.....	iv
JUSTIFICACIÓN.....	v
OBJETIVOS.....	vi

CONTENIDOS

CAPITULO I

<u>1</u>	<u>MARCO TEÓRICO</u>	<u>1</u>
1.1	AGUA.....	1
1.1.1	DEFINICIÓN DE CALIDAD DE AGUA.....	1
1.1.2	CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA.....	1
1.1.3	SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	2
1.1.3.1	Tratamiento de aguas residuales de origen industrial	2

CONTENIDOS

Pp.

1.1.3.2	Etapas del tratamiento	3
1.1.3.2.1	Tratamiento preliminar de aguas residuales	3
1.1.3.2.2	Tratamiento primario.....	3
1.1.3.2.3	Tratamiento secundario.....	4
1.1.3.2.4	Tratamiento terciario	6
1.1.4	PARÁMETROS DE MEDICIÓN.	7
1.1.4.1	Parámetros físicos.....	8
1.1.4.1.1	Turbiedad	8
1.1.4.1.2	Color.....	8
1.1.4.1.3	Olor y sabor.....	9
1.1.4.1.4	Temperatura	10
1.1.4.1.5	Sólidos	10
1.1.4.2	Parámetros químicos	11
1.1.4.2.1	Indicadores.....	11
1.1.4.2.2	Sustancias químicas	13
1.2	TEXTILES	14
1.2.1	PROCESO DE PRODUCCIÓN	14
1.2.1.1	Proceso PR.STON1-4 (STON1-4 ESPONJADO)	14
1.2.1.1.1	Peso de prendas de operación.....	14
1.2.1.1.2	Procesos unitarios.....	15
1.2.1.1.3	Agua en proceso.....	15
1.2.1.1.4	Caracterización del procesoPR.STON1-4 (STON1-4 ESPONJADO)	15
1.2.1.2	Proceso PR.INDUSTR (Industrial Natural)	16
1.2.1.2.1	Peso de prendas de operación.....	16
1.2.1.2.2	Procesos unitarios.....	16
1.2.1.2.3	Agua en proceso.....	16
1.2.1.2.4	Caracterización del proceso PR.INDUSTR (Industrial Natural).....	16
1.2.2	TRATAMIENTO DE EFLUENTE DEL PROCESO TEXTIL.....	17
1.3	OPTIMIZACIÓN	19
1.3.1	ÍTEMS PRINCIPALES EN PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN.	19

CONTENIDOS	Pp.
1.3.2 PORCENTAJE DE OPTIMIZACIÓN	19
1.4 DISEÑO.....	20
1.4.1 REJILLAS.....	20
1.4.1.1 Velocidad hacia rejilla	21
1.4.1.2 Altura con ancho asumido.	22
1.4.1.3 Consideración de altura de seguridad	22
1.4.1.4 Longitud de barras	23
1.4.1.5 Separaciones entre barras.	23
1.4.1.6 Número de barrotes	24
1.4.1.7 Pérdida de cargas por rejillas o cribas	24
1.4.2 CANALES	25
1.4.3 TANQUES	26
1.4.3.1 Volumen.....	26
1.4.3.2 Tiempo de retención.....	27
1.4.3.3 Caudal	27
1.4.4 TORRE DE AIREACIÓN.....	28
1.4.4.1 Área total de aireación.....	28
1.4.4.2 Número de unidades de aireación requerida	29
1.4.4.3 Tiempo de exposición	29

CAPITULO II

<u>2 PARTE EXPERIMENTAL</u>	<u>30</u>
2.1 MUESTREO	30
2.1.1 LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
2.1.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	30
2.1.3 PROCEDIMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	30
2.2 METODOLOGÍA.....	31

CONTENIDOS	Pp.
2.2.1 MÉTODOS Y TÉCNICAS	31
2.2.1.1 Plan de muestreo	31
2.2.1.2 Métodos	32
2.2.1.3 Técnicas.....	32
2.3 DATOS EXPERIMENTALES	44
2.3.1 DIAGNOSTICO	44
2.3.2 DATOS	45
2.3.2.1 Tanques de sedimentación.	45
2.3.2.2 Tanques de floculación.	45
2.3.2.3 Tanques de tratamiento secundario.....	46
2.3.2.4 Caudal	46
2.3.2.5 Precios de químicos	47
2.3.2.6 Potencial de Hidrogeno.....	48
2.4 DATOS ADICIONALES	49
2.4.1 PARÁMETROS DE MEDICIÓN.....	49
2.4.2 COSTOS DE MATERIALES.....	50

CAPITULO III

<u>3 OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....</u>	<u>52</u>
3.1 CÁLCULOS.....	52
3.1.1 VOLÚMENES DE TANQUES DE SEDIMENTACIÓN.	52
3.1.1.1 Volumen de tanque de Floculación	53
3.1.1.2 Volumen primera sección tanque de Floculación.....	53
3.1.1.3 Volumen segunda sección tanque de Floculación.....	54
3.1.1.4 Volumen tercera sección tanque de Floculación.....	54
3.1.1.5 Volumen total del tanque de Floculación.....	55
3.1.1.6 Volumen del tanque de tratamiento secundario.	55

CONTENIDOS

Pp.

3.1.1.7	Volumen total del tanque de tratamiento secundario.....	55
3.1.2	CAUDALES EN CANAL TRANSPORTADOR DE EFLUENTE A TANQUE DE SEDIMENTACIÓN.	56
3.1.3	CAUDALES DE EFLUENTE DE ENTRADA A PLANTA DE TRATAMIENTO	57
3.1.4	CAUDALES DE EFLUENTE A LA SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	57
3.1.5	CAUDAL DE BOMBAS DOSIFICADORAS.....	58
3.1.5.1	Caudal bomba dosificadora de floculante	58
3.1.5.2	Caudal bomba dosificadora de coagulante.....	59
3.1.6	CONCENTRACIÓN DEL COAGULANTE Y FLOCULANTE	59
3.1.7	PRUEBAS DE JARRAS CON COAGULANTE Y FLOCULANTE	60
3.1.7.1	Ajustes de caudal, coagulante y floculante casa comercial 1	62
3.1.7.1.1	Relación optima de dosificación con prueba de jarras	62
3.1.7.1.2	Ajuate de caudal para optimizar planta.....	62
3.1.7.2	Ajustes de coagulante y floculante casa comercial 2	63
3.1.7.2.1	Relación optima de dosificación con prueba de jarras	63
3.1.7.2.2	Ajuate de caudal para optimizar planta.....	63
3.1.7.3	Ajustes de coagulante y floculante casa comercial 3	64
3.1.7.3.1	Relación optima de dosificación con prueba de jarras	64
3.1.7.3.2	Ajuate de caudal para optimizar planta.....	64
3.1.8	CALCULO DE VOLUMEN A TRATAR EN CACTOMER I.N.....	64
3.1.8.1	Volumen a tratar de agua por día	65
3.1.8.2	Volumen a tratar de agua por semana	65
3.1.8.3	Volumen a tratar de agua por mes	66
3.1.9	TIEMPO DE RETENCIÓN EN TANQUES.....	66
3.1.9.1	Sedimentación	66
3.1.9.2	Floculación	67
3.1.9.2.1	Casa comercial 1 sin optimizar planta de tratamientos.....	67
3.1.9.2.2	Casa comercial 1 optimizada la planta de tratamientos.....	67
3.1.9.2.3	Casa comercial 2 optimizada la planta de tratamientos.....	68
3.1.9.2.4	Casa comercial 3 optimizada la planta de tratamientos.....	68
3.1.9.3	Tratamiento secundario.....	68

CONTENIDOS

Pp.

3.1.10	DISEÑO DE REJILLAS	69
3.1.11	CALCULO PARA DISEÑO DE TORRE DE AIREACIÓN	71
3.1.11.1	Área total de aireación.....	71
3.1.11.2	Número de bandejas de aireación requerida	72
3.1.11.3	Tiempo de exposición	72
3.1.12	CALCULO VERIFICACIÓN DE DISMINUCIÓN DE VALORES DE PARÁMETROS PROBLEMAS	73
3.1.12.1	Cantidad disminuida	73
3.1.12.2	Porcentaje disminuido	74
3.1.13	ANÁLISIS DE COSTOS.....	75
3.1.13.1	Químico casa comercial 1 sin optimización	75
3.1.13.1.1	Volumen de coagulante y floculante necesario al mes.	75
3.1.13.1.2	Costo de floculante y coagulante por mes.....	75
3.1.13.2	Químico casa comercial 1 optimizado	76
3.1.13.2.1	Volumen de coagulante y floculante necesario.....	76
3.1.13.2.2	Costo de floculante y coagulante por mes.....	77
3.1.13.3	Químico casa comercial 2 optimizado	78
3.1.13.3.1	Volumen de coagulante y floculante necesario.....	78
3.1.13.3.2	Costo de floculante y coagulante por mes.....	78
3.1.13.4	Químico casa comercial 3 optimizado	80
3.1.13.4.1	Volumen de coagulante y floculante necesario.....	80
3.1.13.4.2	Costo de floculante y coagulante por mes.....	80
3.2	RESULTADOS	82
3.2.1	VOLÚMENES DE TANQUES DE SEDIMENTACIÓN, FLOCULACIÓN Y TRATAMIENTO SECUNDARIO.	82
3.2.2	CAUDALES	85
3.2.3	CONCENTRACIÓN DEL COAGULANTE Y FLOCULANTE	86
3.2.4	TIEMPOS DE RETENCIÓN.....	86
3.2.4.1	Tanques de sedimentación	86
3.2.4.2	Tiempos de retención en tanque de floculación	87
3.2.4.3	Tiempos de retención en tanque de tratamiento secundario.....	88
3.2.5	RESULTADO DE PRUEBAS DE JARRAS DEL COAGULANTE Y FLOCULANTE.....	89

CONTENIDOS	Pp.
3.2.6 RESULTADO DEL DIMENSIONAMIENTO DE REJILLAS.....	90
3.2.7 RESULTADO DEL DIMENSIONAMIENTO DE TORRE DE AIREACIÓN.	90
3.2.8 RESULTADO DE LA DISMINUCIÓN DE VALORES EN PARÁMETROS OPTIMIZADOS.....	90
3.2.9 ANÁLISIS DE COSTOS EN FUNCIÓN AL QUÍMICO.....	93
3.3 PROPUESTA	95
3.3.1 ANÁLISIS DE COSTOS EN FUNCIÓN A LA PROPUESTA.....	97
3.4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	100

CAPITULO IV

<u>4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</u>	<u>101</u>
4.1 CONCLUSIONES	101
4.2 RECOMENDACIONES.....	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

	Pp.
Tabla 1.2.1.1.4-1 Caracterización del Proceso PR.STON1-4 (STON1-4 ESPONJADO)	15
Tabla 1.2.1.2.4-1 Caracterización del proceso PR.INDUSTR (Industrial Natural)	16
Tabla2.1.3-1 Procedimiento para recolección de información Agua homogenizada y tratada	30
Tabla2.1.3-2 Procedimiento para recolección de información de Caudales	31
Tabla2.2.1.3-1 Técnica para determinar sólidos totales	33
Tabla2.2.1.3-2 Técnica para determinar sulfuros	34
Tabla 2.2.1.3-3 Técnica para determinar turbiedad	35
Tabla 2.2.1.3-4 Técnica para determinar conductividad	36
Tabla 2.2.1.3-5 Técnica para determinar el potencial de hidrogeno	37
Tabla2.2.1.3-6 Técnica para determinar la temperatura.....	38
Tabla2.2.1.3-7 Técnica para determinar el color	39
Tabla2.2.1.3-8 Técnica para determinar sólidos totales disueltos.....	40
Tabla 2.2.1.3-9 Técnica para determinar Tensoactivos	41
Tabla2.2.1.3-10 Técnica para determinar la Demanda Química de Oxigeno	42
Tabla2.2.1.3-11 Técnica para determinar la Demanda Bioquímica de Oxigeno.....	43
Tabla 2.3.2.1-1 Datos para tanques de sedimentación	45
Tabla2.3.2.2-1 Datos para tanques de Floculación.....	45
Tabla 2.3.2.3-1 Datos para tanques de tratamiento secundario.	46
Tabla2.3.2.4-1 Datos para caudal de efluente en canales hacia tanque de sedimentación	46
Tabla2.3.2.4-2 Datos para caudal de efluente a la entrada a planta de tratamiento	46
Tabla2.3.2.4-3 Datos para caudal de efluente a la salida de la planta de tratamiento	47
Tabla2.3.2.4-4 Datos para caudal de bombas dosificadoras	47
Tabla 2.3.2.5-1 Precios de químicos.....	47
Tabla 2.3.2.6-1 Variaciones de potencial de hidrogeno	48
Tabla 2.4.1-1 Parámetros de medición en aguas residuales con descarga a alcantarilla.....	49
Tabla2.4.2-1 Costos de materiales para optimización	50
Tabla 3.2.1-1 Volúmenes de tanques de sedimentación.....	82
Tabla3.2.1-2 Volúmenes de tanque de floculación.	83
Tabla3.2.1-3 Volúmenes del tanque biológico.	84
Tabla 3.2.2-1 Caudales existentes en la planta de tratamiento de aguas residuales CACTOMER I.N	85
Tabla 3.2.3-1 Resultado de concentración del floculante y coagulante a dosificar	86

Tabla 3.2.4.1-1 Tiempos de retención en tanque de sedimentación	86
Tabla 3.2.4.2-1 Tiempos de retención en tanque de floculación.....	87
Tabla 3.2.4.3-1 Tiempos de retención en tanque de tratamiento secundario	88
Tabla 3.2.5-1 Resultado de pruebas de jarras en punto optimizado.....	89
Tabla 3.2.6-1 Resultado del dimensionamiento de rejillas.....	90
Tabla 3.2.7-1 Resultado del dimensionamiento de torre de aireación.	90
Tabla 3.2.8-1 Resultado de la disminución de valores en parámetros optimizados	90
Tabla 3.2.9-1 Resultado del Análisis de costos.....	93
tabla 3.3-1 Propuesta para optimización de la planta de agua CACTOMER I.N.....	95
Tabla 3.3-2 Análisis de costos para la Empresa CACTOMER I.N	97

TABLA DE GRÁFICOS

	Pp.
Gráfico 1.1.3.2.3-1 Jacinto de agua	6
Gráfico 1.4.1-1 Tipos de rejillas o cribas (Norma RAS 2000, Título E, Pp.51)	21
Gráfico 3.2.1-1 Volúmenes de tanques de sedimentación	82
Gráfico 3.2.1-2 Volúmenes de tanque de floculación.....	83
Gráfico 3.2.1-3 Volúmenes del tanque de tratamiento secundario.	84
Gráfico 3.2.2-1 Caudales existentes en planta de tratamiento.....	85
Gráfico 3.2.4.1-1 Tiempos de retención en tanques de sedimentación.	86
Gráfico 3.2.4.2-1 Tiempo de retención en sedimentación	87
Gráfico 3.2.4.3-1 Tiempo de retención en tanque de tratamiento secundario.....	88
Gráfico 3.2.5-1 Resultado de pruebas de jarras en punto optimizado.....	89
Gráfico 3.2.8-1 Resultado de la disminución de valores en parámetros optimizados.....	91
Gráfico 3.2.8-2 Comparación entre Lim. Max con valores antes de optimización.....	91
Gráfico 3.2.8-3 Comparación entre Lim. Max con valores después de optimización	92
Gráfico 3.2.9-1 Relación de costos de PAC con cada proveedor	93
Gráfico 3.2.9-2 Relación de costos de floculante con cada proveedor.....	94
Gráfico 3.2.9-3 Verificación de costos del químico según las casas comerciales	94
Gráfico 3.3-1 Cambio de casa comercial 3.....	95
Gráfico 3.3.2 Adecuación de tanque.....	95
Gráfico 3.3.3 Adecuación decanal.....	96
Gráfico 3.3.4 Torre de aireación.....	96
Gráfico 3.3-1 Propuesta con reajuste en mes diciembre 2013 enero 2014.....	99

TABLA DE ANEXOS

Pp.

ANEXO I Informes de análisis de laboratorios para optimización de planta de tratamiento 2013/07/06.....	109
ANEXO II Informes de análisis de laboratorios para optimización de planta de tratamiento 2011/12/20.....	110
ANEXO III Notificación del GAD de Pelileo por incumplimiento a CACTOMER I.N.....	111
ANEXO IV Notificación del Ministerio del ambiente por incumplimiento a CACTOMER I.N	112
ANEXO V Pruebas de laboratorio (Turbiedad y pH)	113
ANEXO VI Pruebas de laboratorio (sulfuros y sólidos totales)	114
ANEXO VII Comparación de bombas antes y después de optimización	114
ANEXO VIII Adecuación de tanque para tratamiento secundario.....	116
ANEXO IX Adecuación de canales	117
ANEXO X Implementación de torre de aireación	118
ANEXO XI Resultado de análisis pruebas de jarras 2013/12/06 antes de planta de tratamiento.	119
ANEXO XII Resultado de análisis pruebas de jarras 2013/12/07 casa comercial 1.....	120
ANEXO XIII Resultado de análisis pruebas de jarras 2013/12/07casa comercial 2.....	121
ANEXO XIV Resultado de análisis pruebas de jarras optimizada 2013/12/08 casa comercial 3	122
ANEXO XV Resultado de análisis de aguas 2013/20/11	123
ANEXO XVI Resultado de análisis de aguas 2014/13/02	124
ANEXO XVII Resultado de análisis de aguas 2014/13/02	125
ANEXO XVIII Coeficiente de pérdida de rejillas	126
ANEXO XIX Índice General Nacional para reajuste de precios	127
ANEXO XX Corte de adecuación de tanque	128
ANEXO XXI Vista 1 de planta optimizada.....	129
ANEXO XXII Vista 2 de planta optimizada.....	130
ANEXO XXIII Planos antes de optimización.....	131
ANEXO XXIV Planos antes de optimización vista lateral.....	132
ANEXO XXV Planos después de optimización.....	133
ANEXO XXVI Planos después de optimización vista lateral.....	134
ANEXO XXVII Certificado de Jefe de Calidad Ambiental GAD Pelileo.....	135

RESUMEN

La presente investigación se realizó con objetivo de optimizar la planta de tratamientos de aguas residuales para la Empresa nombrada CACTOMER I.N ubicada en la Parroquia Bolívar, Cantón Pelileo, Provincia Tungurahua dedicada al Lavado y Tinturado de Jeans.

Los métodos utilizados son el deductivo e inductivo para diagnosticar su funcionamiento, aleatorio compuesto para recolectar muestra de efluente para realizar los respectivas pruebas de jarras para su posterior análisis en Laboratorio de aguas de la ESPOCH, los materiales utilizados para optimizar son vasos de precipitación, pipetas, termómetro, embudos, enlermeyer, varillas de agitación, colorímetro, conductímetro, Turbidímetro, equipos de titulación, estufa.

Como resultado se obtuvo una disminución de 702 mg/L demanda química de oxígeno, 360 mg/L demanda bioquímica de oxígeno, 3812 mg/L sólidos totales, 7,21 mg/L sulfuro, 7,75 mg/L tensoactivos a 310; 201; 2919; 0.062; 0,5 mg/L respectivamente cumpliendo con la Norma Ambiental Vigente.

Concluyendo que para proceso de optimización de la planta, se eligió la casa comercial QUIMICAZEN Compañía Limitada por resultado de análisis de tres casas diferentes para adquisición de policloruro de aluminio y sulfato doble de potasio y hierro (III) con un costo mensual de 292,32 dólares ya que con proveedor existente tendría un costo muy elevado de 7830,01 dólares por mes en su punto óptimo y así evitar sanciones emitidas por el Ministerio del Ambiente .

Se recomienda realizar limpieza una vez a la semana, regular la dosificación de coagulante-floculante, instalar rejillas y lechuguines para optimizar la planta de tratamientos de aguas residuales de la Empresa CACTOMER I.N



SUMMARY

The present research was made with the aim to optimize the plant of sewage treatment for the Factory called CACTOMER I.N, located in Bolivar District, in Pelileo Canto, Province of Tungurahua dedicated to the Washing and Dyeing of Jeans.

The methods used are the deductive and inductive to diagnose its functioning randomized composed with the end to collect sample and make the respective Jar Test with its later analysis in the Water Laboratory ESPOCH, the materials used are: beaker, pipettes, thermometer, funnels, Erlenmeyer flask, dipstick, colorimeter, conductivity meter, turbidimeter, stove.

As result was obtained a diminishing of 702 mg/L Chemical Oxygen Demand, 360 mg/L Biochemical Oxygen Demand, 3812 mg/L total solids, 7,21 mg/L sulfide, 7,75 mg/L surfactants to 310; 201; 2919; 0.062; 0,5 mg/L respectively accomplishing with the Current Environmental Norm.

It is concluded that the commercial house QUIMICALZEN Limited Company by analyses and result with different houses is the most adequate for acquisition of poly chloride of aluminium and Sulphate Double of Potassium and Iron (III) with a monthly cost of 292,32 USD since with the existent provider would have a very high cost of 7,830.01 USD per month in its optimal point and on this way to way to avoid sanctions emitted for the Ministry of Environment to the Factory CACTOMER I.N

It is recommended to make a cleansing once a week, to regulate the dosage coagulant-flocculent, to install grids hyacinths to optimize the plant of treatment of sewage of the Factory CACTOMER I.N



INTRODUCCIÓN

La economía de nuestro país Ecuador depende mucho de la gran variedad de actividades productivas que se desempeñan, como lo son; la agricultura, ganadería, producción de alimentos enlatados, como también la manufactura de jean con gran explotación en el Cantón PELILEO, existen numerosas empresas que cuentan con plantas de tratamiento de aguas residuales, las que realizan tratamientos por métodos inadecuados para las descargas de aguas residuales que van hacia la alcantarilla, ríos o acequias provocando la contaminación del ambiente. Actualmente el GAD San Pedro de PELILEO realiza seguimientos para fiscalizar el cumplimiento de la norma para controlar posibles contaminaciones que puedan provocar.

Esta investigación surgió por la necesidad de cumplir con las normas del Manejo de las aguas residuales descargadas al alcantarillado, originadas por el proceso industrial de pintado y lavado de jeans que realiza CACTOMER I.N.

La metodología que se manejó para la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales en la empresa CACTOMER I.N, se basó en la remediación de cinco parámetros como son los tensoactivos, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sulfuros y sólidos totales, ya que por resultados analíticos obtenidos por el LABCESTTA (Laboratorio de análisis ambiental e inspección) mencionados parámetros se encuentran superando dicho valor. Por este motivo se analizó el estado actual en el que se encuentra operando la planta de tratamiento de aguas residuales; se observó las condiciones de infraestructura; y se tomarán muestras de aguas residuales antes y después de ser tratadas para su posterior análisis utilizando el método aleatorio compuesto realizando el análisis en laboratorio de Aguas de la ESPOCH y en Laboratorio de Acreditado hasta alcanzar el límite permisible establecido en la norma.

Con las medidas correctivas aplicadas se obtuvo una planta de tratamiento de aguas residuales operando en óptimas condiciones y cumpliendo con las normas evitando conflictos con los moradores de la Parroquia Bolívar y por ende la contaminación de ríos, acequias y productos agrícolas de la zona.

ANTECEDENTES

El desarrollo de las Industrias ya sean mineras, petroleras, textiles entre otras a nivel mundial incrementado el uso del liquido vital para sus procesos de producción dando así el incremento de contaminación y por ende aumentar el control para su disminución, aumentando sistemas de tratamiento que ayudan a la purificación.

El Ecuador cuenta con Industrias como lo es la lavandería y tintorería CACTOMER I.N que se encuentra ubicada en la Parroquia rural Bolívar perteneciente al cantón San Pedro de PELILEO dedicada al lavado y tinturado de jeans, tiene sus inicios de producción como una asociación en el año 1992 y continua su proceso productivo en noviembre del 2011 con su representante legal Sr. Carlos Toaingá el cual implementó una planta de tratamiento de aguas residuales para poder cumplir con la normativa ambiental vigente en de Calidad Ambiental del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente libro VI.

La empresa CACTOMER I.N con su representante actual incumple con la normativa ambiental y por este motivo ha tenido una trascendencia de multas, y no han tomado las debidas remediaciones para poder evitar sanciones y la contaminación del medio ambiente.

JUSTIFICACIÓN

CACTOMER I.N es una empresa de década a la lavandería y tintorería de Jeans que se encuentra incumpliendo la Normativa Ambiental en cuanto a tensoactivos, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sulfuros y sólidos totales los cuales superan el límite permisible aceptable por este motivo esta investigación procura ofrecer a la empresa CACTOMER I.N mejorar su proceso de tratamiento de las aguas residuales para eliminar los excesos de mg por cada litro de los parametros y mantenerlos en el rango permisible según la norma, como también evitar los problemas sociales con la población que se encuentra opuesta a que CACTOMER I.N realice su actividad productiva con el único fin de otorgar una productividad constante y libre de inconvenientes.

OBJETIVOS

General

Optimizar la planta de tratamiento de aguas residuales para la empresa CACTOMER I.N ubicada en la Parroquia Bolívar del Cantón Pelileo

Específicos

- Evaluar el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales del proceso de la Lavandería y Tintorería CACTOMER I.N
- Realizar el análisis del agua antes y después del tratamiento de los cinco parámetros de las aguas residuales de la Empresa CACTOMER I.N
- Realizar las medidas correctivas para mantener en el límite permisible de la norma para cada parámetro de la investigación.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Agua

1.1.1 Definición de calidad de agua.

El termino calidad del agua ha llevado mucha polémica entre expertos del tema. El propósito de este estudio es descubrir la calidad del agua en base a los accidentes geográficos que lo contienen, en especial a las fuentes de agua que se encuentran en la superficie terrestre.

Los cuerpos de agua pueden ser caracterizados mediante un análisis en función de tres componentes como los son: Su hidrología, Su caracterización fisicoquímica y la biológica

Por ende se puede decir que la calidad de agua son las condiciones a las cuales se encuentra en su habitat, ya sean estas favorables o desfavorables de acuerdo a su aplicación.

1.1.2 Clasificación de los cuerpos de agua

El agua cumple un ciclo hidrológico, donde está interconectado desde la atmosfera hasta el vasto océano, en donde se pueden diferenciar algunos tipos de cuerpos según su disposición en la tierra.

➤ Ríos

Llamados también como corrientes, su velocidad va en un rango que se encuentra entre 0,1 y 1 m por cada segundo. Su flujo depende de las condiciones climáticas y varía en función de estas dando caudales diversos. Los ríos pueden considerarse que siempre se encuentran mezclados, y su calidad depende mucho debido a que gran parte de la población depende de este líquido vital para poder subsistir.

➤ Lagos

Son aguas más tranquilas debido a que se encuentran en un lugar específico en donde el rango de velocidad es mucho menor que al de los ríos su valor se maneja desde 0,01 hasta una velocidad de 0,001 m/s. este es el motivo por el cual el agua permanezca en el sistema desde

unos pocos días hasta varios años. Este tipo de aguas tiene menor oxigenación en relación con la de los ríos.

➤ **Aguas subterráneas**

Este tipo de aguas no tienen mucha velocidad hacia ninguna dirección. Su velocidad es mucho menor que la de los lagos su rango se marca entre 10^{-10} y 10^{-3} m/s y son gobernadas por la porosidad y permanencia del estrato.

➤ **Embalses**

Son aguas intermedias entre lagos y ríos donde su calidad depende de las reglas de operación.

➤ **Ciénagas**

Son aguas intermedias entre lagos y un acuífero freático.

➤ **Estuario**

Este tipo de agua se puede considerar que se encuentra intermedio en las aguas de ríos y de mar.

1.1.3 Sistemas de tratamiento de aguas residuales

1.1.3.1 Tratamiento de aguas residuales de origen industrial

Incluye el mecanismo y proceso usado para tratar aguas residuales del producto de actividad industrial para la obtención de un bien o servicio.

Muchas industrias producen algún residuo húmedo, recientemente en el mundo desarrollado las industrias intentan minimizar su producción o reciclar estos residuos luego de su producción. Sin embargo, muchas industrias siguen aún produciendo aguas residuales.

En los casos en que la reutilización de las aguas utilizadas en los procesos productivos no es posible, es importante ajustar el efluente a los límites de vertido contemplados por la legislación vigente.

Técnicas para la depuración de aguas residuales

➤ Tratamiento Físico-Químico:

Consiste en la eliminación de los contaminantes contenidos en un agua residual por la combinación de métodos químicos (adición de productos químicos para conseguir la precipitación y el volumen y peso adecuados de los lodos) y métodos físicos conocidos como decantación y flotación.

➤ Tratamiento Biológico de aguas residuales

Para realizar este tipo de tratamiento se recurre a la utilización de reactores, que consta de un reactor de lecho fijo cuyo material de relleno es carbón lignítico granulado, se desarrolló para tratar aguas residuales con contaminantes difíciles de degradar y con color.

1.1.3.2 Etapas del tratamiento

1.1.3.2.1 Tratamiento preliminar de aguas residuales

El agua residual por lo general contienen sólidos en suspensión de tamaños diferentes; las aguas residuales provenientes de residencias contienen residuos generados de la cocina, tapones, agua contaminada entre otros, existen también residuos que se encuentran en la red de alcantarillado que contienen arenas y grabas, para poder reducir estos sólidos que se encuentran a diferentes se debe realizar un pretratamiento que consiste en; Remover los materiales que puedan interferir con el equipo y proceso de tratamiento de agua como también Reducir los materiales en los procesos ubicados aguas abajo para el tratamiento preliminar.

1.1.3.2.2 Tratamiento primario

Se lo realiza después de haber pasado el agua por un pretratamiento para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos.

➤ **Remoción de arena**

Se controla la velocidad del agua que circula por el canal. La arena y las piedras necesitan ser quitadas en el proceso para prevenir daño en bombas y equipos en las etapas del tratamiento.

➤ **Investigación y maceración**

Se procede a eliminar material flotante y materia grande como trapos; y partículas pequeñas es muy común en textiles. Los escaneos son recolectados y podrán ser regresados a la planta de tratamiento de fangos o podrán ser dispuestos al exterior hacia campos o incineración.

➤ **Sedimentación**

Se procede a la utilización de tanques que son lo suficientemente grandes, tal que los sólidos pueden situarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden levantarse hacia la superficie y desnatare. El propósito principal de la etapa primaria es producir un líquido homogéneo capaz de ser tratado biológicamente y unos fangos o lodos que pueden ser tratados separadamente.

1.1.3.2.3 Tratamiento secundario

Diseñado para degradar sustancialmente el contenido biológico del agua residual, el cual deriva los desechos orgánicos provenientes de residuos humanos, residuos de alimentos, jabones y detergentes.

➤ **Desbaste**

Consiste en retener los sólidos residuales mediante la instalación de rejas o tamices, con menor luz de malla. Con esto se puede aumentar el tiempo de vida útil de los equipos como bombas y válvulas existentes.

➤ **Fangos activos**

Las plantas de fangos activos usan una variedad de mecanismos y procesos para usar oxígeno disuelto y promover el crecimiento de organismos biológicos que remueven substancialmente materia orgánica. También puede atrapar partículas de material y puede, bajo condiciones ideales, convertir amoníaco en nitrito y nitrato, y en última instancia a gas nitrógeno.

➤ **Jacinto de agua**

El Jacinto de agua es conocido también como Camalote, Lampazo, Violeta de agua, Buchón, Taruya, Lirio de agua, lechuga de agua, lechuguín, cultiva a una temperatura entre 18-25°C. No resiste los inviernos fríos hay que mantenerla entre 15-18°C en contenedores con una profundidad de al menos 20cm. y una capa delgada de turba en el fondo.

La combinación de digestión y la absorción que toma lugar en este sistema provee de una reducción del CTO (Consumo Total de Oxígeno) y en la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y en las concentraciones compuestos tóxicos (metales pesados).

Estos tratamientos son capaces eliminar, hasta cierto punto, casi todos los constituyentes del agua considerada como contaminantes.

- a) Sólidos suspendidos
- b) Materia Orgánica
- c) Nitrógeno
- d) Fósforo
- e) Compuestos orgánicos de traza.
- f) Microorganismos.



Gráfico 1.1.3.2.3-1 Jacinto de agua

➤ **Filtro oxidante en una planta rural.**

En plantas más viejas y plantas receptoras de cargas variables, se utilizan camas filtrantes de goteo, en las que el licor de las aguas residuales es rociado en la superficie de una profunda cama compuesta de coque (carbón), piedra caliza o fabricada especialmente de medios plásticos. Tales medios deben tener altas superficies para soportar las biopelículas que se forman. El licor es distribuido mediante unos brazos perforados rotativos que irradian de un pivote central. El licor distribuido gotea en la cama y es recogido en drenes en la base. Estos drenes también proporcionan un recurso de aire que se infiltra hacia arriba de la cama, manteniendo un medio aerobio.

➤ **Sedimentación secundaria**

Es retirar los flóculos biológicos del material de filtro, y producir agua tratada con bajos niveles de materia orgánica y materia suspendida.

1.1.3.2.4 Tratamiento terciario

El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor.

➤ **Filtración**

La filtración de arena retiene gran parte de los residuos de materia suspendida. El carbón activado sobrante de la filtración retiene las toxinas residuales.

El sistema de lagunaje es barato y fácil de mantener pero presenta los inconvenientes de necesitar gran cantidad de espacio y de ser poco capaz para depurar las aguas de grandes núcleos.

➤ **Remoción de nutrientes**

Existe un alto índice de que las aguas residuales contengan altos niveles de nitrógeno y fosforo, las cuales pueden ser eliminadas mediante precipitación química o biológica y evitar toxicidad en el agua que afectan a peces e invertebrados.

La oxidación anaeróbica se define como aquella en que la descomposición se ejecuta en ausencia de oxígeno disuelto y se usa el oxígeno de compuestos orgánicos, nitratos y nitritos, los sulfatos y el CO₂, como aceptador de electrones. En el proceso conocido como desnitrificación, los nitratos y nitritos son usados por las bacterias facultativas, en condiciones anóxicas, condiciones intermedias, con formación de CO₂, agua y nitrógeno gaseoso como productos finales.

➤ **Desinfección**

La desinfección con cloro sigue siendo la forma más común de desinfección de las aguas residuales debido a su bajo historial de costo y del largo plazo de la eficacia. Una desventaja es que la desinfección con cloro del material orgánico residual puede generar compuestos orgánicamente clorados que pueden ser carcinógenos o dañinos al ambiente.

1.1.4 Parámetros de medición.

El sistema que se maneja para la poder saber la calidad de agua existe en mediante la medición de tres parámetros que son los físicos, químicos y los biológicos cada uno en función de su indicador. Este tipo de mediciones se las puede realizar fácilmente en un laboratorio con instalaciones adecuadas como las de una universidad o centros dedicados a esta ejecución.

1.1.4.1 Parámetros físicos

Los parámetros físicos no es más que aquellas sustancias que provocan un cambio directo sobre condición estética del líquido vital.

1.1.4.1.1 Turbiedad

La característica principal de la turbiedad es que obstaculiza el paso de la luz en el agua. Principales características para producir la turbiedad son:

- Las erosiones que se provocan naturalmente cerca de los ríos.
- Por la contaminación que producen las actividades industriales o por los desechos emitidos domésticamente.

Es de mucha importancia su tratamiento para poder mejorar la estética de la misma y así poder evitar el rechazo de las personas que lo consumen.

Una forma de verificar la turbiedad es mediante un estándar elaborado por Jackson. Actualmente se utiliza un nefelómetro para medir la turbiedad utilizando un nefelómetro y se expresa por unidades de turbidez nefelométrica (UTN). Con este método se compara la intensidad de luz dispersa por la muestra con la intensidad de luz por una suspensión estándar de referencia las cuales deben encontrarse en las mismas medidas.

La suspensión estándar de referencia se utiliza una suspensión de polímero de formacina, fácil de preparar y sus unidades nefelométricas de turbidez son iguales a la de las propuestas por Jackson.

1.1.4.1.2 Color

La coloración del agua se da principalmente por la presencia de hierro y magnesio coloidal o en solución, el contacto con desechos orgánicos, hojas raíces, etc. como también la presencia de los residuos industriales.

Tipos de color

- **Color verdoso**

Este color de la muestra se puede apreciar una vez que se haya removido su turbidez.

➤ **Color aparente**

Aquí incluye el color debido a material suspendido como también el de las sustancias en solución y coloidales.

Para la determinación del color aparente de una muestra original no se debe hacer la filtración ni centrifugación de la muestra.

Cuando se realiza la medición de color se la hace conjuntamente con el pH, en donde se puede decir que si el pH aumenta también aumenta el color de la muestra.

La determinación de color se lo hace por comparación visual en discos de vidrio de colores adecuadamente calibrados, en donde el color verdadero se obtiene después de realizar una centrifugación de la muestra.

La unidad de color, es el color producido por cada mg/L de platino, que se encuentra en forma de ion cloroplatinato.

1.1.4.1.3 Olor y sabor

Estos dos parámetros como lo son el olor y sabor siempre se los mide juntos y son en ocasiones indistinguibles.

Existen varios motivos por los cuales se producen los olores y sabores en el agua como tenemos la presencia de:

- Materia orgánica en solución
- Cloruro de sodio
- Sulfato de sodio
- Sulfato de magnesio
- Hierro y magnesio
- Fenoles
- Aceites
- Productos de cloro, etc.

Tanto el sabor como el olor pueden sujetarse a medidas cualitativas, la determinación de estos dos parámetros son de mucha importancia debido a que es útil para evaluar la calidad del agua y verificar la aceptación de su consumo.

Existe una diversidad de métodos para la determinación cualitativa de los olores y sabores. El más utilizado se basa en la relación de disolución donde el olor y sabor es lo suficientemente detectable. Este valor detectable se lo conoce también como numero detectable y es denotado por las siglas (ND) de olor y sabor.

1.1.4.1.4 Temperatura

La verificación de la temperatura es de mucha importancia ya que existen especificaciones que se deben cumplir para así no contaminar el medio ambiente.

Para poder obtener la medición de la temperatura de un flujo se lo realiza con un termómetro de mercurio en buenas condiciones, donde se aconseja poner el termómetro mientras el flujo de aguas se encuentra en movimiento y mantenerlo sumergido hasta que se encuentre estabilizado el nivel del mercurio.

1.1.4.1.5 Sólidos

Para la verificación de calidad de agua es de mucha importancia realizar una medición del material sólido, el cual se puede producir debido a actividades industriales que emiten residuos, las aguas potables que en ocasiones no tienen el debido tratamiento para su uso hasta las aguas contaminadas.

Clasificación de los sólidos

➤ Sólidos totales

Los sólidos totales es la materia que resulta después de una evaporación y secado que se lo realiza en un rango de 103-105 grados Celsius.

La medición de los sólidos totales se lo puede realizar en forma cuantitativa, pesando un recipiente de platino al cual se le agregara una cantidad de muestra a medir y se lo llevara a baño maría para posteriormente secar, luego se realizara una segunda pesada donde la diferencia del peso inicial del recipiente vacío con el peso del recipiente después del proceso será el valor del solido total.

➤ **Sólidos disueltos**

La determinación de los sólidos disuelto se lo puede realizar en forma directa mediante una filtración o indirectamente realizando una diferencia entre los sólidos totales con los sólidos en suspensión.

➤ **Sólidos suspendidos**

Se puede decir que los sólidos suspendidos son residuos no filtrables o materiales que no se encuentran disueltos.

Para poder medir los sólidos suspendidos se utiliza un filtro de asbesto o de fibra de vidrio en un crisol el cual es pesado para poder agregar la muestra problema, en donde se seca su contenido con una temperatura que varía entre 103 y 105 grados Celsius donde el incremento del peso será el contenido de sólidos suspendidos.

1.1.4.2 Parámetros químicos

Los parámetros químicos son estudiados por lo general por una clasificación que son los indicadores y las sustancias químicas

1.1.4.2.1 Indicadores

➤ **pH**

Este término es de mucha utilidad ya que con el podemos saber que tan acida o básica se encuentra una muestra a análisis. Donde se maneja un rango de 0 a 14 si el agua se encuentra con un pH menor a 7 se considera que tiene un carácter ácido y si se encuentra mayor a 7 se dice que el agua es básica. Para dicha medición se suele utilizar la siguiente expresión:

➤ Conductividad

La conductividad no es más que la capacidad que tiene el agua en transportar electricidad, la cual depende de la magnitud de sustancias iónicas disueltas en el agua.

Su medición se lo realiza utilizando instrumentos comerciales de lectura directa en unidades de $\mu\text{mho/cm}$ a una temperatura de 25 grados Celsius los cuales tienen un error de lectura de 1 %.

➤ Alcalinidad

Es la capacidad que tiene el agua en neutralizar los ácidos, la cual contiene sustancias básicas como lo son sales de ácidos débiles o bases fuertes.

Se puede analizar la alcalinidad del agua por la presencia de iones, como lo son el $[\text{OH}^{-}]$, $[\text{CO}_3^{2-}]$ y $[\text{HCO}_3^{-}]$ donde los dos últimos iones se los encuentra en forma natural debido a la acción del CO_2 sobre los materiales natrales del suelo.

Una de las grandes importancias de la alcalinidad es que controla el proceso de coagulación cuando se da el tratamiento del agua potable como también ayuda en la digestión anaeróbica en el tratamiento de aguas residuales

Hay que tener muy en cuenta que un alto índice de alcalinidad puede provocar un sabor desagradable en el agua.

➤ Dureza

Una importancia del control de la dureza es que en elevadas cantidades de cationes como lo son el Ca^{2+} y Mg^{2+} pueden provocar incrustaciones en equipos mecánicos como también en tuberías.

Existe dureza carbonácea y dureza no carbonácea, la diferencia entre las dos durezas es que la primera es temporal por la presencia de Ca^{2+} y Mg^{2+} y la segunda es permanente que se ocasiona por motivo de sulfatos, cloruros o nitratos de Ca^{2+} y Mg^{2+} .

Para poder tratar la dureza carbonácea es suficiente elevar las temperaturas mientras que las no carbonáceas no y hay que utilizar otro tipo de métodos

La dureza del agua se puede clasificar en cuatro: Blandas, Moderadas duras, Duras y Muy duras

El análisis de dureza se lo puede realizar en laboratorios por medio de una titulación conocida con el método del EDTA cuyos resultados se los reporta en mg/L de CaCO_3 .

1.1.4.2.2 Sustancias químicas

El agua es un líquido que se utilizada comúnmente para disolver algunas sustancias, por lo que se lo conoce como solvente universal y debido a este motivo se puede considerar que existan una gran cantidad de sustancias químicas presentes, unas más importantes que otras en el sentido de calidad del agua.

Entre las sustancias más importantes tenemos:

- a) **Grasas.-** para la determinación de la presencia de la cantidad grasa en aguas residuales se utiliza generalmente el hexano, realizando el proceso respectivo en un laboratorio. El control de grasas es de mucha importancia para evitar la contaminación de los ríos ya que la presencia de ese en altas cantidades inhibe el paso de la luz y del oxígeno disuelto en el agua y además se adhieren a las branquias de los peses provocando la muerte de estos.
- b) **Detergentes.-** los detergentes son los más utilizados en las industrias para el lavado de equipos, materia prima como la tela para jean dando problemas de tensoactivos.
- c) **Hierro y magnesio.-** estas dos sustancias se encuentran juntas en la naturaleza, generalmente están en aguas subterráneas pero también en aguas superficiales, tanto el hierro como el magnesio no influyen en la salud de las personas que la consumen pero deben de ser debidamente tratadas ya que manchan la ropa además de aparatos sanitarios.
- d) **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).-** es de mucha importancia cuando se trata de medir la carga polucional de los desechos industriales y domésticos orgánicos cuando son descargados a corrientes de agua en las que persistan condiciones anaeróbicas.
- e) **Demanda química de oxígeno (DQO).-** la demanda química de oxígeno mediante una análisis se puede medir un respectivo desecho en términos de la cantidad de oxígeno requerido para oxidar dicha materia orgánica a CO_2 , agua y amoníaco. La prueba para

DQO se utiliza para media la carga polucional de los desechos industriales y domésticos

1.2 Textiles

Una industria de textiles es la dedicada a fabricar telas, trapos, vestimenta, entre otros para aportar en la economía del país.

El Cantón Pelileo es pionero de la industria textil en cuanto a la fabricación de Jeans, que va desde el corte de telas hasta el tinturado y lavado del mismo.

CACTOMER I.N es una empresa dedicada a la tintorería y lavandería de Jeans que presta servicios en la zona de Tungurahua como también Pichincha y Guayaquil principalmente.

1.2.1 Proceso de producción

CACTOMER I.N que opera en el tinturado y lavado de jeans tiene un caudal de entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales equivalente a $Q_{EP}=11931,48$ L/h y un caudal de salida de a $Q_{SP}=7148,28$ L/h considerando que la planta de tratamiento de la empresa labora 5 días a la semana, y cuatro semana por mes tenemos:

Los procesos de producción que tiene en operación son 15 de los cuales se presentaran dos de ellos los cuales están detallados según:

- Proceso unitarios de cada producto.
- Químico utilizado con su cantidad en gramos.
- Temperaturas de operación de cada operación unitaria.
- Tiempo en cada operación unitaria.
- Agua utilizada en cada operación unitaria, enjuagues y del proceso global.
- El total de agua en L por cada prenda.

1.2.1.1 Proceso PR.STON1-4 (STON1-4 ESPONJADO)

1.2.1.1.1 Peso de prendas de operación

El proceso de producción de PR.STON1-4 (STON1-4 ESPONJADO) se lo realiza con 40 Kg de prendas.

1.2.1.1.2 Procesos unitarios

- Desengome
- Stoneado
- Neutralizado
- Blanqueado
- Suavizado

1.2.1.1.3 Agua en proceso

Para realizar el proceso de PR.STON1-4 (STON1-4 ESPONJADO) se necesitan 2650 L de agua.

1.2.1.1.4 Caracterización del proceso PR.STON1-4 (STON1-4 ESPONJADO)

TABLA 1.2.1.1.4-1

Caracterización del Proceso PR.STON1-4 (STON1-4 ESPONJADO)

<table><tr><td>PESO=</td><td>40</td><td>Kg</td></tr></table>						PESO=	40	Kg
PESO=	40	Kg						
1.-DESENGOME	QUIMICO	CANTIDAD (g)	DISOLUCION PROPORCION	CANT DE AGUA operación (L)=	400			
	Alfamilasa	100		N°ENJUAGUES=	0			
	humectante	400		TOTAL DE AGUA en enjuagues	0			
	antiquiebre	500						
	TEMPERATURA=	60º C		TIEMPO(min)=	10-15			
2.-STONEADO	QUIMICO	CANTIDAD (g)	DISOLUCION PROPORCION	CANT DE AGUA operación(L)=	150			
	Enzima acida	150		N°ENJUAGUES=	1			
	dispersante	80		TOTAL DE AGUA en enjuagues(L)	300			
	ácidoacet o form	200						
	TEMPERATURA=	55º C		TIEMPO(min)=	30-60			
3.NEUTRALIZADO	QUIMICO	CANTIDAD (g)	DISOLUCION PROPORCION	CANT DE AGUA operación(L)=	300			
	METABISULFITO	600		N°ENJUAGUES=	2			
	ACIDO OXALICO	280		TOTAL DE AGUA en enjuagues(L)	500			
	TEMPERATURA=	55-60 º C		TIEMPO(min)=	10-15			
4.-BLANQUEADO	QUIMICO	CANTIDAD (g)	DISOLUCION PROPORCION	CANT DE AGUA operación(L)=	300			
	Peróxido	800		N°ENJUAGUES=	2			
	metasilicato	280		TOTAL DE AGUA en enjuagues(L)	500			
	secuestrante	300						
	sosa caustica	150						
	brillo azuloso	40						
	humectante	250						
	TEMPERATURA=	60º C		TIEMPO(min)=	10			

5.-SUAVIADO	QUIMICO	CANTIDAD (g)	DISOLUCION PROPORCION	CANT DE AGUA operación(L)=	200
	acido fórmico	100			
	SUAVIZANTE	1000		AGUA	
	TEMPERATURA=	40 ° C		TIEMPO(min)=	10
TOTAL DE AGUA EN PROCESO (L)					2650
TOTAL DE AGUA EN CADA OPERACIÓN UNITARIA					1350
TOTAL DE AGUA PARA ENJUAGUES					1300
TOTAL DE AGUA/KG DE PRENDA					66,25
Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N., 2014					

1.2.1.2 Proceso PR.INDUSTR (Industrial Natural)

1.2.1.2.1 Peso de prendas de operación

El proceso de producción de PR.INDUSTR (Industrial Natural) se lo realiza con 40 Kg de prendas.

1.2.1.2.2 Procesos unitarios

- Desengome
- Suavizado

1.2.1.2.3 Agua en proceso

Para realizar el proceso de PR.INDUSTR (Industrial Natural) se necesitan 1400 L de agua.

1.2.1.2.4 Caracterización del proceso PR.INDUSTR (Industrial Natural)

TABLA 1.2.1.2.4-1

Caracterización del proceso PR.INDUSTR (Industrial Natural)

<table><tr><td>PESO=</td><td>40</td><td>Kg</td></tr></table>						PESO=	40	Kg
PESO=	40	Kg						
1.-DESENGOME	QUIMICO	CANTIDAD (g)	PROPORCION (%)	CANT DE AGUA operación (L)=	350			
	desengome prepa	600		Nº ENJUAGUES=	2			
	sal	14000		TOTAL DE AGUA en enjuagues	600			
	fijador	200						
	TEMPERATURA=	60° C		TIEMPO(min)=	10-15			

2.-SUAVISADO	QUIMICO	CANTIDAD (g)	PROPORCION	CANT DE AGUA operación(L)=	150
	Suavizante prepa	1000		Nº ENJUAGUES=	1
	ácido acético	200		TOTAL DE AGUA en enjuagues(L)	300
	TEMPERATURA=	40° C		TIEMPO(min)=	10
TOTAL DE AGUA EN PROCESO (L)					1400
TOTAL DE AGUA EN CADA OPERACIÓN UNITARIA					500
TOTAL DE AGUA PARA ENJUAGUES					900
TOTAL DE AGUA/KG DE PRENDA					35

Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N., 2014

1.2.2 Tratamiento de efluente del proceso textil

El proceso de tinturado y lavado de Jeans desecha como contaminante el agua que se utiliza en cada etapa, esta agua se dispone como transporte a canales que los dirige hasta la planta de tratamiento que se describe a continuación:

➤ Canales

La longitud del canal para transportar en efluente del proceso industrial consta de $L=15,29$ m de largo, $h=0,50$ m de alto y $0,40$ de ancho el cual transporta el líquido hasta los tanques de sedimentación.

➤ Rejillas

Durante todo el trayecto de circulación del efluente del proceso existen cuatro rejillas, en descarga de lavadoras con dimensión de $0,45\text{m} \times 0,40\text{m}$, dos de $0,40\text{m} \times 0,40\text{m}$ y la tercera de $1,50\text{m} \times 1,70\text{m}$ en tanque de sedimentación.

➤ Tanques de sedimentación.

La Empresa CACTOMER I.N cuenta con tres tanques dedicados a la sedimentación, lugar donde una parte de los sólidos existentes precipitan de tal modo de no dañar las bombas para el proceso de tratamiento.

➤ **Bombas**

El caudal que trabaja es con 75 % de apertura de la válvula que se encuentra ubicada después de la bomba que succiona el efluente homogenizado que proviene del proceso de tinturado y lavado de Jeans hacia el tanque de sedimentación.

Para el proceso de tratamiento de efluente emitido por la producción textil de CACTOMER I.N se ocupan tres bombas que tienen funciones diferentes y estas son:

- a) Bomba para Transporte a tanques de floculación
- b) Bombas Dosificadoras de químico
- c) Bomba de recirculación

➤ **Tanques de floculación**

CACTOMER I.N dispone de un tanque dividido en tres partes para la captación del efluente en proceso de tratamiento, lugar donde actúa el coagulante y floculante.

➤ **Coagulación-floculación**

Durante el proceso de producción la empresa está trabajando a con una relación de 1461,60 L de agua a tratar por cada 1L de coagulante y 1L de floculante para tratar 596574 L de agua resultante del proceso de producción equivalente a un mes. Teniendo un resultado deplorable de tratamiento.

Para la preparación de 200 L de coagulante se necesitan 75 Kg de policloruro de aluminio (PAC) y cada 25 Kg tienen un costo de 45 dólares tenemos:

1.3 Optimización

Implementar medidas de eficiencia en las plantas de tratamiento de aguas ya sean estas residuales o potabilizadoras es sumamente importante, ya que con la optimización existe una regulación al máximo de materia prima, energía, todo tipo de insumos de buena calidad y al menor costo.

1.3.1 Ítems principales en procesos de optimización.

Para un proceso de optimización en planta de tratamiento de aguas residuales es de mucha importancia realizar un diagnóstico para verificar la efectividad de funcionamiento de la mencionada, para lo cual se debe analizar los siguientes ítems.

- Canales de transporte.
- Volúmenes de efluentes en todos sus puntos
- Puntos de muestreo
- Caudales existentes
- Estado de tanques de sedimentación y floculación
- Estado de dispositivos utilizados en proceso de tratamiento
- Químicos utilizados en proceso.

1.3.2 Porcentaje de optimización

Para realizar un proceso de optimización es necesario cuantificar su porcentaje, en este caso la disminución de valores en cada parámetro que está dando la problemática, como lo son el DQO, DBO, sulfuros, tensoactivos y sólidos totales para lo cual utilizaremos las siguientes formulas:

- **Cantidad disminuida:**

Es el valor que decrece de una totalidad existente ya sean en unidades de tiempo, masa, fuerza entre otros.

$$C_D = V_{SO} - V_O$$

Ec. 1.3.2-1

Su utilización puede ser para lograr el control en procesos de optimización de productos a nivel industrial.

Dónde:

C_D = Cantidad disminuida, mg/L

V_{SO} = Valor sin optimización, mg/L

V_O = Valor optimizado, mg/L

➤ **Porcentaje disminuido**

Es la calificación en unidades de % que se decrece de una totalidad tomada como base de 100.

$$\%D = \frac{V_{SO} - V_O}{V_{SO}} \quad \text{Ec. 1.3.2-2}$$

Reemplazando Ec. 1.3.2-1 en Ec. 1.3.2-2 tenemos:

$$\%D = \frac{C_D}{V_{SO}} \quad \text{Ec. 1.3.2-3}$$

Dónde:

%D= Porcentaje disminuido

Generalmente se utiliza para determinar eficiencias del proceso de producción como también la calidad de trabajo de equipos.

1.4 Diseño

1.4.1 Rejillas.

Las rejillas o también conocidas como cribas, es un entrecruzamiento de tiras metálicas con dimensiones específicas como también pueden ser láminas metálicas con orificios.

Este proceso de diseñar rejillas o cribas es con el fin de poder retener los sólidos flotantes o en suspensión presentes en aguas residuales por procesos industriales, donde se debe tener en cuenta dos parámetros fundamentales como lo son la velocidad y la pérdida de carga. Este procesos ayuda a reducir la absorción de oxígeno del agua de dilución para regular la DBO además de prevenir el daño de bombas succionadoras y dosificadoras.

Detalles de proyección

Es recomendable trabajar con rejillas que tengan una inclinación no muy prolongada ya que su limpieza se hace un poco difícil además de que aumenta el material de construcción es decir menores de 30 grados con respecto a la horizontal. Para el diseño se puede considerar las siguientes separaciones de barras: Finas (menores de 0,5 cm), medianas (de 1,5 a 5 cm) y gruesas (mayor de 5 cm). Las aberturas entre barras para limpieza mecánica deben de ser máximo de 1,5 cm. En limpieza manual la velocidad de aproximación debe ser de 0,3 a 0,6 m/s y de limpieza mecánica se recomienda de 0,6 a 0,9 m/s.

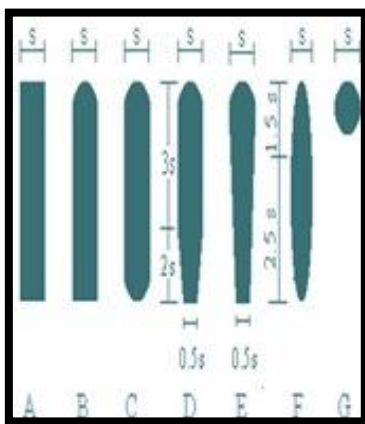


GRÁFICO1.4.1-1 Tipos de rejillas o cribas (Norma RAS 2000, Título E, Pp.51)

1.4.1.1 Velocidad hacia rejilla

es la velocidad a la cual puede resistir una rejilla tomando en cuenta el caudal y área que la soporta.

$$v = \frac{Q}{A} \quad \text{Ec. 1.4.1.1-1}$$

Dónde:

Q= Caudal de efluente, m³/s

v= velocidad, m/s

A= Área, m²

Se la utiliza para realizar dimensionamientos de plantas de tratamiento de aguas residuales para la disminución de tamaños de sólidos.

1.4.1.2 Altura con ancho asumido.

Es la altura exacta a la cual la rejilla puede colocarse en un canal.

$$h = \frac{w}{A} \quad \text{Ec. 1.4.1.2-1}$$

Dónde:

h= Altura, m

w= Ancho asumido de canal, m

Se la utiliza para realizar dimensionamientos de plantas de tratamiento de aguas residuales

1.4.1.3 Consideración de altura de seguridad

Es la altura agregada para aumentar la eficiencia e trabajo de la rejilla.

$$H_C = h + h_S \quad \text{Ec. 1.4.1.3-1}$$

Dónde:

Hc= Altura total de criba, m

h_s= Altura de seguridad, m

Se la utiliza para realizar dimensionamientos de plantas de tratamiento de aguas residuales

1.4.1.4 Longitud de barras

Son la dimensiones de barrotes para la elaboración de las rejillas.

$$\sin \beta = \frac{H}{L_B} \quad \text{Ec. 1.4.1.4-1}$$

Dónde:

β = Angulo

L_B = Longitud de barras

Se la utiliza para realizar dimensionamientos de plantas de tratamiento de aguas residuales

1.4.1.5 Separaciones entre barras.

Es la distancia que existe entre barrotes en las rejillas.

$$b_g = \left(\frac{w-e}{s+e} + 1 \right) * e \quad \text{Ec. 1.4.1.5-1}$$

Dónde:

b_g= Suma de separaciones entre barras, m

w= Ancho canal, m

e= Separación entre barras, m

s= Espesor de barra, m

Se la utiliza para realizar dimensionamientos de plantas de tratamiento de aguas residuales

1.4.1.6 Número de barrotes

Es la cantidad de barrotes existentes en una rejilla.

$$n = \frac{b_g}{e} - 1 \quad \text{Ec. 1.4.1.6-1}$$

Dónde:

n= Número de barrotes

Se la utiliza para realizar dimensionamientos de plantas de tratamiento de aguas residuales

1.4.1.7 Pérdida de cargas por rejillas o cribas

Es el valor de pérdida existente debido al contacto existente entre las rejillas y el líquido.

Se debe tomar en cuenta la pérdida de carga con la siguiente ecuación:

$$h_p = \beta \left(\frac{S}{e} \right)^{4/3} * \left(\frac{V^2}{2g} \right) * \text{sen } \delta \quad \text{Ec. 1.4.1.7-1}$$

Dónde:

h_p = Pérdida de cargas por rejillas o cribas, m

$\frac{V^2}{2g}$ = Carga de velocidad antes de la reja, m

δ = Angulo de inclinación,

β = Factor dependiente de la forma de las barras, adimensional

Se la utiliza para realizar dimensionamientos de plantas de tratamiento de aguas residuales

1.4.2 Canales

Espacio por el cual se transporta un tipo de sustancia, pueden estar contruidos de diferentes materiales (hormigón, madera, metal, etc.) el cual consta de largo, ancho y alto.

➤ Área de canal

Es el espacio de dos dimensiones por las cuales esta constituido un canal conocidos como largo y ancho.

$$A = w * h \quad \text{Ec. 1.4.2-1}$$

Dónde:

A= Área, m²

w= Ancho canal, m

h= Altura, m

Es muy útil para dimensionar espacios en empresas y poder reslizar distribuciones de equipos según el sitio retenido.

➤ Velocidad de transporte

Es la rapidez que tiene un fluido de llegar de un punto a otro punto.

$$v = \frac{d}{t} \quad \text{Ec. 1.4.2-2}$$

Dónde:

d= distancia, m

v= Velocidad, m/s

Es muy útil para la determinación de caudales y verificación de regímenes turbulentos o laminares de líquidos.

El dimensionamiento de un canal facilita el diseño de rejillas y su instalación en plantas industriales.

1.4.3 Tanques

En la empresa CACTOMER I.N en su proceso de tratamiento de aguas residuales se puede diferenciar dos tipos de tanques como lo son del de sedimentación y floculación.

Tanque de sedimentación.

Es el lugar donde se acumula el agua después de un proceso industrial, con el fin de hacer precipitar contenidos sólidos sedimentables, reducir la DBO y homogenizar el efluente para su posterior tratamiento.

Tanque de floculación.

Es el lugar donde se procede a inyectar el coagulante-floculante para tratar el agua de un proceso industrial con el fin de eliminar materia contaminante.

El tanque de floculación tiene una capacidad de 30210 L para tratar el agua del proceso textil de tintorería y lavandería de Jeans CACTOMER I.N: tomando en cuenta que el tiempo de reacción del coagulante-floculante según la casa comercial varía desde 2 minutos hasta los 15 minutos con resultados de pruebas de jarras.

1.4.3.1 Volumen

Es el espacio que ocupa un líquido en cuanto a largo, ancho y alto con respecto a cualquier recipiente.

$$V_{T1} = b \times L \times h \quad \text{Ec. 1.4.3.1-1}$$

Dónde:

V_{T1} = volumen tanque 1

L = largo

b = ancho

h = alto

La utilidad de su cálculo en la empresa de textiles CACTOMER I.N es que ayuda a saber qué cantidad de agua proveniente del proceso de tinturado y lavado de Jeans.

1.4.3.2 Tiempo de retención

Es el tiempo que un líquido se encuentra estático hasta que una fuente externa cambie su estado.

$$\theta = \frac{V}{Q} \quad \text{Ec. 1.4.3.2-1}$$

Dónde:

Q = caudal

V = Volumen

θ = Tiempo de retención

En una empresa de textiles nos ayuda a ver el tiempo en que un líquido resultado de un proceso industrial se encuentra estático ya sea para su sedimentación o floculación.

1.4.3.3 Caudal

Es la cantidad de líquido que se transporta de un lugar a otro por efecto de la gravedad o acción de un agente externo como equipos en un determinado tiempo.

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ec. 1.4.3.3-1}$$

Dónde:

Q = caudal

t = Tiempo

La utilidad del caudal en Industria de Textiles ayuda en la planta de tratamiento es para saber qué cantidad de agua a tratar ingresa en un determinado lapso de tiempo.

1.4.4 Torre de aireación

En la aireación debe ponerse en contacto el agua cruda con el aire, con el propósito de modificar la concentración de sustancias volátiles contenidas en ella, la aireación se recomienda en los siguientes casos (Características de las torres de aireación):

- a) Transferir oxígeno al agua y aumentar con ello el oxígeno disuelto.
- b) Disminuir la concentración de dióxido de carbono (CO₂).
- c) Disminuir la concentración de sulfuro de hidrógeno (H₂S).
- d) Disminuir los tensoactivos
- e) Oxidar hierro (Fe) y manganeso (Mn)
- f) Remover compuestos orgánicos volátiles (COV), productores de olores y Sabores provenientes normalmente de aguas o acuíferos subterráneos

1.4.4.1 Área total de aireación

Es el espacio de dos dimensiones que se pone en contacto con el aire en bandejas.

$$T.A = \frac{Q_{EP}}{A_{TA}} \quad \text{Ec. 1.4.4.1-1}$$

Dónde:

T.A= Carga total de efluente en una área

Q_{EP} = Caudal de entrada a la planta

A_{TA} = Área total de aireación

Se la utiliza para el diseño de torres de aireación para disminuir la temperatura y transferir oxígeno al agua.

1.4.4.2 Número de unidades de aireación requerida

Es la cantidad de bandejas que se necesitan en una torre de aireación.

$$N_{AR} = \frac{A_{TT}}{A_{AB}} \quad \text{Ec. 1.4.4.2-1}$$

Dónde:

A_{TT} = Altura total de torre

A_{AB} = Área de aireación de bandeja

N_{AR} = Número de unidades de aireación requerida

Se la utiliza para el diseño de torres de aireación para disminuir la temperatura y transferir oxígeno al agua.

1.4.4.3 Tiempo de exposición

Es el tiempo de funcionamiento que ejerce la torre de aireación para poner en contacto el agua a enfriar con el medio ambiente.

$$t_e = \sqrt{\frac{2 * A_{TT} * N_{AR}}{g}} \quad \text{Ec. 1.4.4.3-1}$$

Dónde:

t_e =Tiempo de exposición

g = Gravedad

Se la utiliza para el diseño de torres de aireación para disminuir la temperatura y transferir oxígeno al agua.

CAPÍTULO II

PARTE

EXPERIMENTAL

2 PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Muestreo

2.1.1 Localización de la investigación

La empresa CACTOMER IN realiza Lavado y Tinturado de Jeans en la Provincia de Tungurahua, Cantón Pelileo en la Parroquia Rural Bolívar la cual tiene como Representante Legal al Sr. Carlos Toinga.

2.1.2 Recolección de información

Para la obtención de información se procedió a realizar cuadros de acuerdo al parámetro y zona de muestreo.

2.1.3 Procedimiento para recolección de información.

Para la recopilación de información se realizó la toma de muestras de agua homogenizada como tratada en sus respectivos puntos de muestreo (anexo I) realizando mediciones INSITU de temperatura y pH para ser tabulados y comparados.

TABLA 2.1.3-1

Procedimiento para recolección de información Agua homogenizada y tratada

Nº	Lugar de muestreo	Número de muestras	puntos de muestreo (P)
1	Agua homogenizada	7	P1
2	Agua tratada	2	P2

Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N., 2014

Para proceder a tomar los caudales se tomó en cuenta 4 volúmenes y 4 tiempos para los caudales de entrada y salida del efluente en la planta de tratamiento para su posterior promedio, un volumen y un tiempo para la verificación del caudal de dosificación del coagulante floculante por motivo de que son bombas con las mismas características dando un total de 9 volúmenes y 9 tiempos.

TABLA 2.1.3-2

Procedimiento para recolección de información de Caudales

Características	Nº de Muestras
Volumen (L)	9
Tiempo (s)	9
Q_E (L/s)	4
Q_S (L/s)	4
Promedio Q_E (L/s)	1
Promedio Q_S (L/s)	1
Q_D (L/s)	1

Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N., 2014

2.2 Metodología

2.2.1 Métodos y técnicas

2.2.1.1 Plan de muestreo

Para el proceso de optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales se tomaron 9 muestras compuestas que consistió en tomar un volumen de 10 mL cada 5 minutos hasta llenar un recipiente de 1 L, las muestras de efluentes que corresponden a las primeras ocho, se tomaron a la entrada a la planta de tratamiento para realizar pruebas de jarras de las cuales se ocuparon 4 de ellas para su posterior análisis minucioso en el Laboratorio de Aguas de la ESPOCH donde se verificó la dosificación adecuada de coagulante-floculante y una última muestra a la salida de la planta que fue analizada en Lacquanálisis S.A. para confirmar que los parámetros están dentro de Normativa Ambiental Vigente.

Las muestras se tomaron en el transcurso de 3 meses con un total de 9, de las cuales se realizaron análisis de 5 de ellas en sus respectivos laboratorios, donde se procedió a Medir el DQO, DBO, Sulfuros, Tensoactivos, sólidos totales, sólidos disueltos totales, conductividad, turbiedad, color, pH y temperatura de las muestras de aguas.

2.2.1.2 Métodos

Se aplicó el MÉTODO DEDUCTIVO puesto que se partió a estudiar de forma macro el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales en todo el Cantón Pelileo y de ahí se sacó conclusiones que fueron aplicadas en la Tintorería y Lavandería de Jeans CACTOMER I.N.

Se empleó el MÉTODO INDUCTIVO debido a que se hizo el estudio minucioso de los químicos que se utilizan en la planta de tratamiento de aguas residuales para de ahí saber cuál es la función de cada uno de ellos (coagulante-floculante).

Y por último se aplicó el MÉTODO DESCRIPTIVO ya que se manipulo todos los datos obtenidos como los son los volúmenes, tiempos, diagnósticos de funcionamiento para realizar cálculos basados en caudales, tiempos de retención en tanques, eficiencias de químicos, concentraciones de coagualnte-floculente, regulación de dosificación de químicos y así poder llegar a la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales CACTOMER I.N

2.2.1.3 Técnicas

TABLA2.2.1.3-1

Técnica para determinar sólidos totales

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
Toda sustancia o material contenida en una muestra de agua excluyendo el agua misma	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Caja Petri ➤ Vaso de 250 mL ➤ Varilla de agitación ➤ Cronometro ➤ Estufa ➤ Secador ➤ Bañomaría 	Ninguno	Colocar 25 mL de muestra en una caja Petri (P_{CP}) previamente tarada, someter a bañomaría a sequedad, introducir a estufa, colocar en secador por 15 min y pesar (P_{SP})	$P_{ST} = (P_{SP} - P_{CP}) * 40000$

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 2540-A

TABLA 2.2.1.3-2

Técnica para determinar sulfuros

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
la combinación del azufre con un metal derivado del ácido sulfhídrico su olor característico es a huevo podrido y es toxico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pipetas de 5mL ➤ Vaso de 100 mL ➤ Varilla de Agitación ➤ Equipo para titular 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ solución patrón de yodo ➤ tiosulfato de sodio(0,025N) ➤ cloruro de hidrogeno (6N) ➤ solución de almidón 	Colocar 25 mL de muestra en un vaso de precipitación, colocar 5mL de HCl y 5 mL de solución patrón de yodo simultáneamente (color amarillo), titular con tiosulfato (color amarillo pálido), agregar solución de almidón (color azul), titular con tiosulfato hasta transparencia y anotar volumen.	$\frac{((5 \cdot 0.025)(V_{\text{tio}} \cdot 0.025) \cdot 16000)}{2,5}$

TABLA 2.2.1.3-3
Técnica para determinar turbiedad

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
La turbiedad del agua mide la intensidad de color debido a impurezas naturales orgánicas o inorgánicas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Turbidímetro ➤ Celda ➤ Peseta ➤ Vaso de 100mL 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema 	Colocar el 50 mL de muestra problema en un vaso de precipitación, introducir los electrodos en el Turbidímetro anotar la lectura	Lectura directa

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 2130-B

TABLA 2.2.1.3-4

Técnica para determinar conductividad

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
La conductividad indica la capacidad que tiene una solución en transportar corriente eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vaso de 250 mL ➤ Conductímetro 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema 	Colocar el 100 mL de muestra problema en un vaso de precipitación, introducir los electrodos del conductímetro cuidadosamente y por último anotar el valor de la lectura	Lectura directa

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 2510-B

TABLA 2.2.1.3-5

Técnica para determinar el potencial de hidrogeno

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
Denotado como pH, en una solución indica su acidez o alcalinidad, su valor varia en un rango de 1-14, mayor a 7 es alcalino, menor a 7 es ácido y el 7 indica que no es ni acido ni alcalino (neutro)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vaso de 250 mL ➤ pH-Metro 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema 	Colocar el 100 mL de muestra problema en un vaso de precipitación, introducir los electrodos del pH-Metro cuidadosamente y por ultimo anotar el valor de la lectura	Lectura directa

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 4500-B

TABLA2.2.1.3-6

Técnica para determinar la temperatura

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
La temperatura es una medida de la energía media de las moléculas en una sustancia y no depende del tamaño o tipo del objeto.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vaso de 250 mL ➤ conductímetro 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema 	Colocar el 100 mL de muestra problema en un vaso de precipitación, introducir los electrodos del conductímetro cuidadosamente y por ultimo anotar el valor de la lectura	Lectura directa

TABLA 2.2.1.3-7

Técnica para determinar el color

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
El color nos indica la existencia de impurezas presentes en un líquido.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vaso de 250 mL ➤ Colorímetro 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema 	Colocar el 10 mL de muestra problema en un envase, introducir cuidadosamente en el colorímetro, poner en 465 nm y por ultimo anotar el valor de la lectura	Lectura directa

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 2120-C

TABLA2.2.1.3-8

Técnica para determinar sólidos totales disueltos

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
Es aquella materia orgánica o inorgánica que se encuentra disuelta en el agua.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vaso de 250 mL ➤ conductímetro 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema 	Colocar el 100 mL de muestra problema en un vaso de precipitación, introducir los electrodos del conductímetro cuidadosamente y por ultimo anotar el valor de la lectura	Lectura directa

Fuente: Métodos Normalizados. APHA 2540-C

TABLA 2.2.1.3-9
Técnica para determinar Tensoactivos

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
compuestos orgánicos que reducen la tensión de la superficie del agua, por lo que se incorporan a los productos limpiadores	embudos de decantación espectrofotómetro	<p>Solución Stock LAS</p> <p>LAS solución estándar</p> <p>Solución indicadora de fenolftaleína, alcohólico.</p> <p>El hidróxido de sodio, NaOH, 1N.</p> <p>El ácido sulfúrico, H₂SO₄, 1N y 6N.</p> <p>El cloroformo, CHCl₃</p> <p>Reactivo azul de metileno</p> <p>El metanol, CH₃OH.</p> <p>El peróxido de hidrógeno, H₂O₂, 30%.</p> <p>La lana de vidrio: Pre-extracto con CHCl₃ para eliminar interferencias.</p> <p>Agua, grado reactivo, MBAS libre.</p>	<p>Preparar la curva de calibración inicial que consiste en cinco estándares mínimos, preparar una serie de embudos de separación para un reactivo de normas en blanco y seleccionados. Poner en los embudos la solución estándar LAS, agregar suficiente agua para llevar el volumen total de 100 mL en cada embudo de separación Tratar a cada estándar como se describe: Combine todos los extractos de CHCl₃ en el segundo embudo de separación. Añadir 50 mL de solución de lavado y agitar vigorosamente durante 30 s. Las emulsiones no se forman en esta etapa. Deje que se asiente, remolino, luego, extraiga la capa de CHCl₃ a través de un embudo que contiene un tapón de lana de vidrio en un matraz aforado de 100 mL; filtrado debe ser claro. Extraer la solución de lavado dos veces con 10 mL de CHCl₃ todos y añadir al matraz a través de la lana de vidrio. Enjuague la lana de vidrio y el embudo con CHCl₃. Juntar los lavajes en matraz aforado, enrasar con CHCl₃, y mezclar bien. Trazar una curva de calibración de absorbancia vs microgramos de LAS tomado, especificando el peso molecular de LAS utilizado. Tamaño de la muestra: Para el análisis directo de aguas y aguas residuales, seleccione un volumen de muestra sobre la base de la concentración esperada de MBAS.</p>	<p><i>mg MBAS/L</i></p> $= \frac{\text{ug LAS aparente}}{\text{mL muestra original}}$

TABLA 2.2.1.3-10

Técnica para determinar la Demanda Química de Oxígeno

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
Es la cantidad de oxígeno consumido en la oxidación química de la materia orgánica existente en una muestra de agua.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erlenmeyer de 250 mL ➤ Aparatos de reflujo ➤ Blender. ➤ Pipetas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agua destilada ➤ Muestra de agua problema ➤ Bicromato de potasio estándar ➤ Ferroína ➤ Ácido sulfámico 	<p>En una muestra diluida a 50,00 mL añadir 1 g HgSO₄, varias perlas de vidrio y 5,0 mL de reactivo de ácido sulfúrico, con mezcla para disolver HgSO₄. Enfriar durante la mezcla. Añadir 25,00 mL de solución 0.04167M K₂Cr₂O₇ y mezclar. Adjunte matraz para condensador y abra el agua de refrigeración. Añadir reactivo de ácido sulfúrico restante (70 mL) a través del extremo abierto del condensador. Continuar remolinos y mezcla al tiempo que añade reactivo de ácido sulfúrico.</p> <p>Dejar el reflujo durante 2 h, dejar enfriar, desconectar el condensador de reflujo y diluir mezcla a aproximadamente el doble de su volumen con agua destilada. Enfriar a temperatura ambiente y se valora el exceso de K₂Cr₂O₇ con FAS, utilizando 0,10 a 0,15 mL (2 a 3 gotas) indicador de Ferroína.</p>	$DQO, mg/L$ $= \frac{(A_A - B_B)N * 8000}{mL\ muestra} - d_d$

TABLA2.2.1.3-11

Técnica para determinar la Demanda Bioquímica de Oxígeno

FUNDAMENTO	MATERIALES Y EQUIPOS	REACTIVO	PROCEDIMIENTO	CALCULO
representa una medida indirecta de la concentración de materia orgánica e inorgánica degradable o transformable biológicamente	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erlenmeyer de 250 mL ➤ Botellas de incubación ➤ incubadora. ➤ Termostato 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solución de cloruro férrico ➤ Solución de glucosa – ácido glutámico ➤ Solución tampón de sulfato ➤ Solución de sulfito de sodio ➤ Solución de cloruro de calcio 	<p>Preparar una dilución de agua según el volumen deseado en una botella conveniente y añadir 1 mL cada uno de tampón de fosfato, (MgSO₄, CaCl₂ y FeCl₃) oxigenar revolviendo y no almacene agua de dilución preparada por más de 24 h después de la adición de nutrientes, minerales, y tampón a menos que controles con agua de dilución.</p> <p>Seguido añadir 1 mL de MgS₂, de FeCl₃, de CaCl₂ y 2 mL de solución buffer, aforar con agua aireada y homogenizar la solución.</p> <p>Separar en dos botellas de incubación las soluciones que se tienen hasta el momento, una de las botellas se debe tapar y poner en lugar con total oscuridad. En la otra botella poner 1 mL de MnSO₄ y 1 mL de reactivo 2-cloro-6-(triclorometilo) piridina., tapar y dejar que repose para titular con Na₂S₂O₃</p>	$DBO \text{ mg/L} = \frac{D_1 - D_2}{P_p}$ <p>D₁= OD de muestra después de preparación</p> <p>D₂= OD de muestra diluida después de 5 días</p> <p>P_p= alícuota de muestra usada en análisis</p>

2.3 Datos experimentales

2.3.1 Diagnostico

La Empresa CACTOMER I.N para el proceso de lavado y tinturado de Jeans opera con cuatro lavadoras, 4 secadoras y una centrifuga las cuales se encuentran en normal funcionamiento emitiendo agua que se destina de la siguiente forma:

El agua se transporta por un canal que tiene un distancia muy corta la cual no permite que exista un buen enfriamiento y mayor tiempo de contacto con efluente para que exista precipitación de sólidos además de una buena homogenización.

Durante todo el trayecto de circulación del efluente contaminante existen 4 rejillas que se encuentran oxidadas, sin limpieza y en mal estado, tres de ellas se localizan en los tanques de sedimentación y la cuarta seguida de la descarga de las lavadoras

La planta de tratamiento de aguas residuales cuenta con tres tanques de homogenización en funcionamiento, su limpieza se la realiza cada dos meses debido a esto emiten malos olores al medio ambiente.

Existe una bomba que transporta el agua desde los tanques de homogenización a los tanques de sedimentación, la bomba se encuentra oxidada, y se apaga debido a sólidos presentes, durante su trayecto es inyectado el coagulante y floculante por acción de sensores, no existen registros del caudal a tratar, sin embargo la bomba se encuentra en funcionamiento con riesgo de daño definitivo.

Existen dos bombas dosificadoras una tiene la función de inyectar coagulante y la otra el floculante, su dosificación es por medio de sensores accionados por la bomba que transporta el efluente a tratar, el volumen de químicos utilizados no es conocido, sin embargo las bombas se encuentran en un estado de funcionamiento.

La empresa CACTOMER I.N cuenta con una bomba de recirculación de efluente proveniente del secado de lodos que va al tanque de homogenización para su debido tratamiento pero se encuentra inactiva ya que está deteriorada y fuera de su funcionamiento por este motivo el agua

contaminada proveniente del secado de lodos va directamente a la alcantarillado público contaminando el ambiente.

CACTOMER I.N dispone de un tanque dividido en tres partes para la captación del efluente en proceso de tratamiento. No existe rebose del efluente pero debido a que la limpieza correspondiente se la realiza cada dos meses se encuentran emitiendo malos olores además de que la temperatura del líquido es elevada y existe FLOC en suspensión.

La empresa CACTOMER I.N no cuenta una dosificación explícita para la preparación del floculante ni coagulante, existen días que preparan con una variación de 50 a 100 Kg de coagulante en un volumen que varía entre 200 a 240 L y el floculante pese a tener no lo ocupan.

2.3.2 Datos

2.3.2.1 Tanques de sedimentación.

TABLA 2.3.2.1-1
Datos para tanques de sedimentación

Nº Tanques	L (m)	b (m)	h(m)
1	1,70	1,55	2,00
2	1,55	1,45	2,00
3	1,95	1,50	2,00

Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N, 2014

2.3.2.2 Tanques de floculación.

TABLA 2.3.2.2-1
Datos para tanques de Floculación.

Nº Tanques	secciones	L (m)	b (m)	h(m)
1	1	2,65	0,75	2,00
	2	4,20	2,65	2,00
	3	2,65	0,75	2,00

Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N, 2014

2.3.2.3 Tanques de tratamiento secundario.

TABLA 2.3.2.3-1

Datos para tanques de tratamiento secundario.

Nº Tanques	secciones	L (m)	b (m)	h(m)
1	1	0,98	0,85	1,0
	2	0,98	0,85	1,0
	3	0,98	0,85	1,0

Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N, 2014

2.3.2.4 Caudal

TABLA 2.3.2.4-1

Datos para caudal de efluente en canales hacia tanque de sedimentación

Nº	Tiempo (s)	Volumen (L)
1	2,8	6,15
2	2,6	5,25
3	2,4	5,15
4	2,3	4,9

Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N, 2014

TABLA 2.3.2.4-2

Datos para caudal de efluente a la entrada a planta de tratamiento

Nº	Tiempo (s)	Volumen (L)
1	2,2	7,00
2	1,6	5,00
3	1,8	6,25
4	2,3	8,00

Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N, 2014

TABLA 2.3.2.4-3

Datos para caudal de efluente a la salida de la planta de tratamiento

Nº	Tiempo (s)	Volumen (L)
1	2,3	4,5
2	2,5	5,0
3	2,9	5,75
4	2,4	4,8

Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N, 2014

TABLA 2.3.2.4-4

Datos para caudal de bombas dosificadoras

Nº	Tiempo (s)	Volumen (mL)
1	1,47	200

Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N, 2014

2.3.2.5 Precios de químicos

TABLA 2.3.2.5-1

Precios de químicos

Nº CASA COMERCIAL	Cantidad de alumbre (Kg)	Costo de alumbre (Dólares)	Cantidad de PAC (Kg)	Costo de PAC (Dólares)
1	1	10	25	45
2	1	10	25	36
3	1	8	25	22

Fuente: PORRAS J., CACTOMER I.N, 2014

2.3.2.6 Potencial de Hidrogeno

TABLA 2.3.2.6-1

Variaciones de potencial de hidrogeno

Nº	Ph
1	7,15
2	8,65
3	6,14
4	9,18
5	5,46
6	7,93
7	5,68
8	4,56
9	9,45
10	7,65
11	7,12
12	6,98
13	5,46
14	7,37
15	8,64

2.4 Datos adicionales

2.4.1 Parámetros de medición

TABLA 2.4.1-1

Parámetros de medición en aguas residuales con descarga a alcantarilla

Categoría	Concepto	Variables	Indicador	Índices
OPTIMIZACIÓN DE PLANTA DE AGUAS RESIDUALES	Es la identificación, caracterización y selección de nuevas alternativas para implementar procesos y rehabilitar la planta de tratamiento de aguas residuales en condiciones mejoradas.	Conductividad	mSiems/cm	-----
		Ph	Und.	5-9
		Turbiedad	UNT	-----
		Sólidos Disueltos	mg/ L	-----
		Color	Und. Co/Pt	-----
		Temperatura	mg/ L	<40
		DQO	mg/ L	500
		DBO	mg/ L	250
		Tensoactivos	mg/ L	2
		Solidos totales	mg/ L	1600
		Sulfuros	mg/ L	1

Fuente: Tabla 11 del anexo 1 del Libro VI TULSMA

2.4.2 Costos de materiales

TABLA 2.4.2-1

Costos de materiales para optimización

COD.	MATERIAL	UNI.	PROVEEDOR	PROV.	FEBRERO
01	AGLOMERANTES				
103	CEMENTO				
10301	Cemento Chimborazo	50 kg	Cemento Chimborazo	P20	7,25
10302	Cemento Rocafuerte	50 kg	Disensa	P33	7,36
10304	Cemento Selvalegre	50 kg	Lafarge Cementos S.A.	P103	7,32
10306	Cemento de Aluminato de calcio electroland	Kg	Tespecon	P93	1,67
02	AGREGADOS				
020A	ARENAS				
020201	Arena no lavada (0-5mm) en cantera (1.43 Ton/m3)	m3	Disensa	P33	5,64
020213	Arena lavada de río	m3	Cantera "Carlos Alberto "	P16	10,00
020223	Arena con chispa	m3	Cantera "Carlos Alberto "	P16	10,50
020401	Arena triturada S.S. (SlurrySeal)	m3	Cantera "Carlos Alberto "	P101	2,80
07	BLOQUES DE CEMENTO, ADOQUINES, POSTES Y PREFABRICADOS DE HORMIGÓN				
0702	BLOQUES				
070203	Bloque liviano de 15x20x40	u	Pre-Fabricados de Hormigón Gerardo Parra Miño	P83	0,35
070204	Bloque liviano de 10x20x40	u	Pre-Fabricados de Hormigón Gerardo Parra Miño	P83	0,29
070205	Bloque pesado de 15x20x40	u	Pre-Fabricados de Hormigón Gerardo Parra Miño	P83	0,35
070206	Bloque pesado de 10x20x40	u	Pre-Fabricados de Hormigón Gerardo Parra Miño	P83	0,29
070207	Bloque pesado de 20x20x40	u	Pre-Fabricados de Hormigón Gerardo Parra Miño	P83	0,44
070208	Bloque pesado de 25x20x40	u	Pre-Fabricados de Hormigón Gerardo Parra Miño	P83	0,60
070209	Bloque d/carga 9x20x49 (9.52 u/m2)	m2	Prefabricados y Equipos	P82	3,63

070210	Bloque d/carga 15x20x49 (9.52 u/m2)	m2	Prefabricados y Equipos	P82	4,15
070211	Bloque d/carga 20x20x49 (9.52 u/m2)	m2	Prefabricados y Equipos	P82	4,69
12	MATERIAL DE AGUA POTABLE				
1202	ACCESORIOS PVC				
120203	Codo PVC 45 CED 80 (p/presión) roscable 1"	u	Plastigama	P79	8,03
120204	Codo PVC 45 CED 80 (p/presión) roscable 1/2"	u	Plastigama	P79	6,22
120205	Codo PVC 45 CED 80 (p/presión) roscable 3/4"	u	Plastigama	P79	6,36
120206	Codo PVC 45 CED 80 (p/presión) roscable 1 1/2"	u	Plastigama	P79	18,92
120207	Codo PVC 45 CED 80 (p/presión) roscable 1 1/4"	u	Plastigama	P79	12,31
120208	Codo PVC 45 CED 80 (p/presión) roscable 2"	u	Plastigama	P79	22,34
120209	Codo PVC 90 CED 40 (p/presión) roscable 1"	u	Plastigama	P79	2,96
120210	Codo PVC 90 CED 40 (p/presión) roscable 1/2"	u	Plastigama	P79	0,59
120211	Codo PVC 90 CED 40 (p/presión) roscable 3/4"	u	Plastigama	P79	1,10
120212	Codo PVC 90 CED 40 (p/presión) roscable 1 1/2"	u	Plastigama	P79	4,74
120213	Codo PVC 90 CED 40 (p/presión) roscable 1 1/4"	u	Plastigama	P79	3,17
120255	Unión PVC CED 40 roscable 1"	u	Plastigama	P79	1,25
120256	Unión PVC CED 40 roscable 1/2"	u	Plastigama	P79	0,88
120257	Unión PVC CED 40 roscable 3/4"	u	Plastigama	P79	1,49
120258	Unión PVC CED 40 roscable 1 1/2"	u	Plastigama	P79	15,84
120259	Unión PVC CED 40 roscable 1 1/4"	u	Plastigama	P79	7,16
1211	TUBERÍA PVC				
121103	Tubería PVC (presión roscable) 1"	6m	Plastigama	P79	24,02
121104	Tubería PVC (presión roscable) 1/2" (420 PSI)	6m	Plastigama	P79	8,13
121105	Tubería PVC (presión roscable) 3/4"	6m	Plastigama	P79	11,09
121106	Tubería PVC (presión roscable) 1 1/2"	6m	Plastigama	P79	38,44
121107	Tubería PVC (presión roscable) 1 1/4"	6m	Plastigama	P79	31,77

Fuente: Lista de precios de materiales de construcción - cámara de construcción distrito metropolitano de quito.

CAPÍTULO III

OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

3 OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

3.1 Cálculos

3.1.1 Volúmenes de tanques de sedimentación.

➤ Volumen del Tanque 1

$$V_{T1} = b \times L \times h$$

Con datos de tabla 2.3.2.1-1: $L=1,70 \text{ m}; \quad b=1,55 \text{ m}; \quad h=2,00 \text{ m}$

Tenemos:

$$V_{T1} = 1,55 \times 1,70 \times 2,00$$

$$V_{T1} = 5,27 \text{ m}^3$$

$$V_{T1} = 5,27 \text{ m}^3 \times \frac{(1000L)}{(1m)^3}$$

$$V_{T1} = 5270 \text{ L}$$

➤ Volumen del Tanque 2

$$V_{T2} = b \times L \times h$$

Con datos de tabla 2.3.2.1-1: $L=1,55\text{m}; \quad b=1,45 \text{ m}; \quad h=2,00 \text{ m}$

Tenemos:

$$V_{T2} = 1,45 \times 1,55 \times 2,00$$

$$V_{T2} = 4,495 \text{ m}^3$$

$$V_{T2} = 4,495 \text{ m}^3 \times \frac{(1000L)}{(1m)^3}$$

$$V_{T2} = 4495 \text{ L}$$

➤ **Volumen del Tanque 3**

$$V_{T3} = b \times L \times h$$

Con datos de tabla 2.3.2.1-1: L=1,95 m; b=1,50 m; h=2,00 m

Tenemos:

$$V_{T3} = 1,50 \times 1,95 \times 2,00$$

$$V_{T3} = 5,85 \text{ m}^3$$

$$V_{T3} = 5,85 \text{ m}^3 \times \frac{(1000L)}{(1m)^3}$$

$$V_{T3} = 5850 \text{ L}$$

3.1.1.1 Volumen de tanque de Floculación

3.1.1.2 Volumen primera sección tanque de Floculación

$$V_{s1} = b \times L \times h$$

Con datos de tabla 2.3.2.2-1: L=2,65 m; b=0,75 m; h=2,00 m

Tenemos:

$$V_{s1} = 0,75 \times 2,65 \times 2,00$$

$$V_{s1} = 3,975 \text{ m}^3$$

$$V_{s1} = 3,975 \text{ m}^3 \times \frac{(1000L)}{(1m)^3}$$

$$V_{s1} = 3975 \text{ L}$$

3.1.1.3 Volumen segunda sección tanque de Flocculación

$$V_{s2} = b \times L \times h$$

Con datos de tabla 2.3.2.2-1: L=4,20 m; b=2,65 m; h=2,00 m

Tenemos:

$$V_{s2} = 2,65 \times 4,20 \times 2,00$$

$$V_{s2} = 22,26 \text{ m}^3$$

$$V_{s2} = 22,26 \text{ m}^3 \times \frac{(1000L)}{(1m)^3}$$

$$V_{s2} = 22260 \text{ L}$$

3.1.1.4 Volumen tercera sección tanque de Flocculación

$$V_{s3} = b \times L \times h$$

Con datos de tabla 2.3.2.2-1: L=2,65 m; b=0,75 m; h=2,00 m

Tenemos:

$$V_{s3} = 0,75 \times 2,65 \times 2,00$$

$$V_{s3} = 3,975 \text{ m}^3$$

$$V_{s3} = 3,975 \text{ m}^3 \times \frac{(1000L)}{(1m)^3}$$

$$V_{S3} = 3975 L$$

3.1.1.5 Volumen total del tanque de Floculación

$$V_{TS} = V_{S1} + V_{S2} + V_{S3}$$

Con $V_{S1}=3975 L$; $V_{S2}=22260 L$; $V_{S3}=3975 L$

Tenemos:

$$V_{TS} = (3975 + 22260 + 3975)$$

$$V_{TS} = 30210 L$$

3.1.1.6 Volumen del tanque de tratamiento secundario.

$$V_{TTB} = b \times L \times h$$

Con datos de tabla 2.3.2.3-1: $L=0,98 m$; $b=0,85 m$; $h=1,00 m$

Tenemos:

$$V_{S1} = 0,85 \times 0,98 \times 1,00$$

$$V_{S1} = 0,833 m^3$$

$$V_{S1} = 0,833 m^3 \times \frac{(1000L)}{(1m)^3}$$

$$V_{S1} = V_{S2} = V_{S3} = 833 L$$

3.1.1.7 Volumen total del tanque de tratamiento secundario.

$$V_{TTB} = V_{S1} + V_{S2} + V_{S3}$$

$$V_{TTB} = 833 + 833 + 833$$

$$V_{TTB} = 2499 \text{ L}$$

3.1.2 Caudales en canal transportador de efluente a tanque de sedimentación.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Con datos de tabla 2.3.2.4-1: $V_1=6,15 \text{ L}$ $t_1=2,8 \text{ s}$; $V_2=5,25 \text{ L}$ $t_2=2,6 \text{ s}$; $V_3=5,15 \text{ L}$ $t_3=2,4 \text{ s}$;
 $V_4=4,9 \text{ L}$ $t_4=2,3$

Tenemos:

$$Q_1 = \frac{6.15}{2.8}$$

$$Q_1 = 2,1964 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_2 = 2.0192 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_3 = 2,1458 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_4 = 2,1304 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_{CTS} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{4}$$

$$Q_{CTS} = 2,1230 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times \frac{3600\text{s}}{1\text{h}}$$

$$Q_{CTS} = 7642,8 \frac{\text{L}}{\text{h}}$$

3.1.3 Caudales de efluente de entrada a planta de tratamiento

$$Q = \frac{V}{t}$$

Con datos de tabla 2.3.2.4-2: $V_1=7 \text{ L}$ $t_1=2,2$; $V_2=7 \text{ L}$ $t_2=2,2$; $V_3=7 \text{ L}$ $t_3=2,2$; $V_4=7 \text{ L}$ $t_4=2,2$

Tenemos:

$$Q_1 = \frac{7}{2,2}$$

$$Q_1 = 3,1818 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_2 = 3,1250 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_3 = 3,4722 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_4 = 3,4783 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_{EP} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{4}$$

$$Q_{EP} = 3,3143 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times \frac{3600\text{s}}{1\text{h}}$$

$$Q_{EP} = 11931,48 \frac{\text{L}}{\text{h}}$$

3.1.4 Caudales de efluente a la salida de la planta de tratamiento

$$Q = \frac{V}{t}$$

Con datos de tabla 2.3.2.4-3: $V_1=4,5 \text{ L}$ $t_1=2,3$; $V_2=5 \text{ L}$ $t_2=2,5$; $V_3=5,75 \text{ L}$ $t_3=2,9$; $V_4=4,8 \text{ L}$ $t_4=2,4$

Tenemos:

$$Q_1 = \frac{4,5}{2,3}$$

$$Q_1 = 1,9565 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_2 = 2,0000 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_3 = 1,9828 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_4 = 2,0000 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$Q_{SP} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{4}$$

$$Q_{SP} = 1,9848 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times \frac{3600\text{s}}{1\text{h}}$$

$$Q_{SP} = 7145,28 \frac{\text{L}}{\text{h}}$$

3.1.5 Caudal de bombas dosificadoras

3.1.5.1 Caudal bomba dosificadora de floculante

Con datos de tabla 2.3.2.4-4: $V = 200\text{ml}$; $t = 1,47\text{min}$

$$Q_{DF} = \frac{V}{t}$$

Tenemos;

$$Q_{DF} = \frac{200ml}{1,47min} \times \frac{1L}{(1000ml)} \times \frac{60s}{1h}$$

$$Q_{DF} = 8,1633 \frac{L}{h}$$

3.1.5.2 Caudal bomba dosificadora de coagulante

Con datos de tabla 2.3.2.4-4: $V = 200ml$; $t = 1,47min$

$$Q_{DC} = \frac{V}{t}$$

Tenemos;

$$Q_{DC} = \frac{200ml}{1,47min} \times \frac{1L}{(1000ml)} \times \frac{60s}{1h}$$

$$Q_{DC} = 8,1633 \frac{L}{h}$$

3.1.6 Concentración del coagulante y floculante

Para el proceso de optimización se realizara a las concentraciones que se indican a continuación para las tres casas comerciales durante el proceso de elección.

➤ Concentración del coagulante

Su dilución de debe realizar con agua fría.

$$\text{Concentración de coagulante} = \frac{g \text{ soluto}}{L \text{ Disolución}}$$

$$C_C = \frac{P_{CG}}{V_A}$$

Con: $P_{CG}=75000 \text{ g}$; $V_A=200L$

Tenemos:

$$C_C = \frac{75000g}{200 L}$$

$$C_C = 375 \frac{g \text{ de coagulante}}{L \text{ de agua}}$$

➤ **Concentración del floculante**

Su dilución de debe realizar se debe realizar con agua caliente.

$$\text{Concentración de floculante} = \frac{g \text{ soluto}}{L \text{ Disolución}}$$

$$C_F = \frac{P_{CF}}{V_A}$$

Con: $P_{CF}=4000 \text{ g};$ $V_A=200L$

Tenemos:

$$C_F = \frac{4000g}{200 L}$$

$$C_F = 20 \frac{g \text{ de floculante}}{L \text{ de agua}}$$

3.1.7 Pruebas de Jarras con coagulante y floculante

Para la obtener la optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales se tomara como base la relación óptima de dosificación de coagulante con agua a tratar con 1 L de agua a tratar con la misma relación de floculante basándose en los siguientes datos:

- **Relación de dosificación del coagulante con agua a tratar existente (casa comercial 1)**

$$R_{CA} = \frac{Q_{EP}}{Q_{DC}}$$

Con: $Q_{EP}=11931,48 \text{ L/h}$; $Q_{DC}= 8,1633 \text{ L/h}$

Tenemos:

$$R_{CA} = \frac{11931,48 \frac{L}{h}}{8,1633 \frac{L}{h}}$$

$$R_{CA} = 1461,60 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{L de coagulante}}$$

- **Relación de dosificación del floculante con agua a tratar existente (casa comercial 1)**

$$R_{FA} = \frac{Q_{EP}}{Q_{DF}}$$

Con: $Q_{EP}=11931,48 \text{ L/h}$; $Q_{DF}= 8,1633 \text{ L/h}$

Tenemos:

$$R_{FA} = \frac{11931,48 \frac{L}{h}}{8,1633 \frac{L}{h}}$$

$$R_{FA} = 1461,60 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{L de coagulante}}$$

3.1.7.1 Ajustes de caudal, coagulante y floculante casa comercial 1

3.1.7.1.1 Relación optimade dosificación con prueba de jarras

$$R_{OD} = \frac{V_{AT}}{V_C}$$

Con: $V_{AT} = 1 \text{ L}$ $V_C = 15 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} = 0.015 \text{ L}$

Tenemos:

$$R_{OD} = \frac{1 \text{ L de agua a tratar}}{0,015 \text{ L de coagulante}}$$

$$R_{OD} = 66,6667 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{L de coagulante}}$$

3.1.7.1.2 Ajuate de caudal para optimizar planta.

$$R_{OD} = \frac{Q_{EP}}{Q_{DC}}$$

Con: $Q_{DC} = 8,1633 \text{ L/h}$ $R_{OD} = 66,6667 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{L de coagulante}}$

Despejamos Q_{EP} :

$$Q_{EP} = R_{OD} \times Q_{DF}$$

$$Q_{EP} = 66,6667 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{L de coagulante}} \times 8,1633 \frac{\text{L de coagulante}}{\text{h}}$$

$$Q_{EP} = 544,2203 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{h}}$$

3.1.7.2 Ajustes de coagulante y floculante casa comercial 2

3.1.7.2.1 Relación optima de dosificación con prueba de jarras

$$R_{OD} = \frac{V_{AT}}{V_C}$$

Con: $V_{AT} = 1 \text{ L}$ $V_C = 10 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} = 0.010 \text{ L}$

Tenemos:

$$R_{OD} = \frac{1 \text{ L de agua a tratar}}{0,010 \text{ L de coagulante}}$$

$$R_{OD} = 100 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{L de coagulante}}$$

3.1.7.2.2 Ajuate de caudal para optimizar planta.

$$R_{OD} = \frac{Q_{EP}}{Q_{DC}}$$

Con: $Q_{DC} = 8,1633 \text{ L/h}$ $R_{OD} = 100 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{L de coagulante}}$

Despejamos Q_{EP} :

$$Q_{EP} = R_{OD} \times Q_{DC}$$

$$Q_{EP} = 100 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{L de coagulante}} \times 8,1633 \frac{\text{L de coagulante}}{\text{h}}$$

$$Q_{EP} = 816,33 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{h}}$$

3.1.7.3 Ajustes de coagulante y floculante casa comercial 3

3.1.7.3.1 Relación optima de dosificación con prueba de jarras

$$R_{OD} = \frac{V_{AT}}{V_C}$$

Con: $V_{AT} = 1 \text{ L}$ $V_C = 1,0 \text{ ml} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ ml}} = 0.0010 \text{ L}$

Tenemos:

$$R_{OD} = \frac{1 \text{ L de agua a tratar}}{0,0010 \text{ L de coagulante}}$$

$$R_{OD} = 1000 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{L de coagulante}}$$

3.1.7.3.2 Ajuate de caudal para optimizar planta.

$$R_{OD} = \frac{Q_{EP}}{Q_{DC}}$$

Con: $Q_{DC} = 8,1633 \text{ L/h}$ $R_{OD} = 1000 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{L de coagulante}}$

Despejamos Q_{EP} :

$$Q_{EP} = R_{OD} \times Q_{DC}$$

$$Q_{EP} = 1000 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{L de coagulante}} \times 8,1633 \frac{\text{L de coagulante}}{\text{h}}$$

$$Q_{EP} = 8163,3 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{h}}$$

3.1.8 Calculo de volumen a tratar en CACTOMER I.N

$$Q_{EP} = \frac{V \text{ de agua a tratar}}{t}$$

3.1.8.1 Volumen a tratar de agua por día

Con:

$$Q_{EP} = 11931.48 \frac{\text{L de agua a tratar}}{\text{h}};$$

$$t=2,5\text{h}$$

Tenemos:

$$V_{\text{de agua a tratar}} = Q_{EP} \times t$$

$$V_{AT(Dia)} = 11931.48 \frac{\text{L}}{\text{h}} \times 2,5 \text{ h}$$

$$V_{AT(Dia)} = 29828,7 \text{ L}$$

Donde:

$$V_{AT(Dia)} = \text{Volumen de a agua a tratar por dia, L}$$

3.1.8.2 Volumen a tratar de agua por semana

Con:

$$V_{AT(Dia)} = 29828,7 \text{ L};$$

$$t=5 \text{ dias}$$

Tenemos:

$$V_{AT(sem)} = 29828,7 \text{ L} \times 5$$

$$V_{AT(sem)} = 149143,5 \text{ L}$$

Donde:

$V_{AT(Semana)}$ = Volumen de a agua a tratar por semana, L

3.1.8.3 Volumen a tratar de agua por mes

Con:

$$V_{AT(semmana)} = 149143,5 \text{ L}$$

t= 4 semanas

Tenemos:

$$V_{AT(mes)} = 14914,35 \text{ L} \times 4$$

$$V_{AT(mes)} = \mathbf{596574 \text{ L}}$$

Donde:

$V_{AT(Mes)}$ = Volumen de a agua a tratar por mes, L

3.1.9 Tiempo de retención en tanques

Según Ec. 1.4.3.2-1 $\theta=V/Q$ tenemos los siguientes cálculos.

3.1.9.1 Sedimentación

Con: resultados de tabla 3.2.1-1 y 3.2.2-1, $V_{T1}=5270 \text{ L}$, $V_{T2}=4495\text{L}$, $V_{T3}=5850\text{L}$, $Q_{CTS}=7642,8 \text{ L/h}$

$$\theta_{T1} = \frac{V_{T1}}{Q_{CTS}}$$

$$\theta_{T1} = \frac{5270}{7642,8}$$

$$\theta_{T1} = 1.1351 \text{ h}$$

$$\theta_{T2} = 0,5851 \text{ h}$$

$$\theta_{T3} = 0,7654 \text{ h}$$

3.1.9.2 Floculación

Con: resultados de tabla 3.2.1-2 y 3.2.2-1

$$\theta = \frac{V_{TS}}{Q_{EP}}$$

3.1.9.2.1 Casa comercial 1 sin optimizar planta de tratamientos

$$\theta = \frac{V_{TS}}{Q_{EP}}$$

$$\theta = \frac{30210 \text{ L}}{11931,48 \frac{\text{L}}{\text{H}}}$$

$$\theta = 2,5319 \text{ h}$$

3.1.9.2.2 Casa comercial 1 optimizada la planta de tratamientos

$$\theta = \frac{V_{TS}}{Q_{EP}}$$

$$\theta = \frac{30210 \text{ L}}{544,22 \frac{\text{L}}{\text{H}}}$$

$$\theta = 55,5106 \text{ h}$$

3.1.9.2.3 Casa comercial 2 optimizada la planta de tratamientos

$$\theta = \frac{V_{TS}}{Q_{EP}}$$

$$\theta = \frac{30210 \text{ L}}{816,33 \frac{\text{L}}{\text{H}}}$$

$$\theta = 37,0071 \text{ h}$$

3.1.9.2.4 Casa comercial 3 optimizada la planta de tratamientos

$$\theta = \frac{V_{TS}}{Q_{EP}}$$

$$\theta = \frac{30210 \text{ L}}{8163,3 \frac{\text{L}}{\text{H}}}$$

$$\theta = 3,7007 \text{ h}$$

3.1.9.3 Tratamiento secundario

Con: resultados de tabla 3.2.1-3 y 3.2.2-1, $V_{S1}=833 = V_{S2}=V_{S3}Q_{SP}=7148,28 \text{ L/h}$

$$\theta_{T1} = \frac{V_{T1}}{Q_{CTS}}$$

$$\theta_{S1} = \frac{833}{7148,28}$$

$$\theta_{S1} = 0,1165 \text{ h}$$

$$\theta_{S2} = 0,1165 \text{ h}$$

$$\theta_{S3} = 0,1165 \text{ h}$$

$$\theta_{TB} = \theta_{S1} + \theta_{S2} + \theta_{S3}$$

$$\theta_{TB} = 0,1165 + 0,1165 + 0,1165$$

$$\theta_{TB} = 0,3495 \text{ h}$$

3.1.10 Diseño de Rejillas

➤ Velocidad de rejilla

Con: $Q_{CTS} = 2,1230 \text{ L/s}$, $v = 0,6 \text{ m/s}$ y Ec. 1.4.1.1-1 $v = \frac{Q}{A}$

Tenemos:

$$Q_{CTS} = 2,1230 \frac{L}{s} * \frac{1m^3}{1000L} = 0,002130 \frac{m^3}{s}$$

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{0,002130}{0,6}$$

$$A = 0,003538 \text{ m}^2$$

➤ Altura

Con: $w = 0,40 \text{ m}$; $A = 0,003538 \text{ m}^2$ y Ec. 1.4.1.2-1 $h = \frac{A}{w}$

Tenemos:

$$h = \frac{0,003538}{0,40}$$

$$h = 0,008845 \text{ m}$$

➤ **Consideración de altura de seguridad**

Con: $h=0,008845$ m; $h_s=0.5$ m; y Ec. 1.4.1.3-1 $H_C = h + h_s$

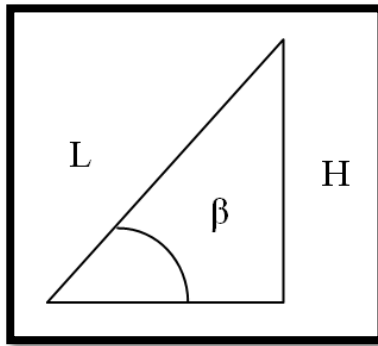
Tenemos:

$$H_C = 0,008845 + 0,5$$

$$H_C = 0,51 \text{ m}$$

Por fines de construcción se tomará $H_C=0.55$ m

➤ **Longitud de barras**



➤ **Con:** $H=0.55$ m; $\delta = 70^\circ$, y Ec. 1.4.1.4-1 $\sin \delta = \frac{H}{L_B}$

Tenemos:

$$L_B = \frac{0,55}{\sin 70}$$

$$L_B = 0,585 \text{ m}$$

➤ **Separaciones entre barras.**

Con: $w=0,40$ m, $e=0.020$ m, $s=0.005$ m, y Ec. 1.4.1.5-1 $b_g = \left(\frac{w-e}{s+e} + 1 \right) * e$

Tenemos:

$$b_g = \left(\frac{0,40 - 0,020}{0,005 + 0,020} + 1 \right) * 0,020$$

$$b_g = 0,324 \text{ m}$$

➤ **Número de barrotes**

Con: $b_g=0,324 \text{ m}$, $e=0,020\text{m}$, y Ec. 1.4.1.6-1 $n = \frac{b_g}{e} - 1$

Tenemos:

$$n = \frac{0,324}{0,020} - 1$$

$$n = 15$$

➤ **Perdida de cargas por rejillas o cribas**

Con: Ec. 1.4.1.7-1 $h_p = \beta \left(\frac{S}{e} \right)^{4/3} * \left(\frac{V^2}{2g} \right) * \text{sen} \delta$ y $\beta = 2,42$ según anexo XVIII

Tenemos:

$$h_p = 2,42 \left(\frac{0,005}{0,020} \right)^{4/3} * \left(\frac{0,6^2}{2(9,8)} \right) * \text{sen} 70$$

$$h_p = 0,0054\text{m}$$

3.1.11 Cálculo para diseño de torre de aireación

3.1.11.1 Área total de aireación

Con: $T.A=725 \text{ L/h} \cdot \text{m}^2$; $Q_{EP}= 8163,3 \text{ L/h}$ Ec. 1.4.4.1-1 $T.A = \frac{Q_{EP}}{A_{TA}}$

Tenemos:

$$A_{TA} = \frac{Q_{EP}}{T \cdot A}$$

$$A_{TA} = \frac{8163,3 \text{ L/h}}{725 \text{ L/h} \cdot m^2}$$

$$A_{TA} = 11,2597 m^2$$

3.1.11.2 Número de bandejas de aireación requerida

Con: $A_{TA} = 11,2597 m^2$; $A_{AB} = 1,4 \cdot 1,4 = 1,96$

Ec. 1.4.4.2-1 $N_{AR} = \frac{A_{TA}}{A_{AB}}$

Tenemos:

$$N_{AR} = \frac{11,2597 m^2}{1,96m}$$

$$N_{AR} = 6$$

3.1.11.3 Tiempo de exposición

Con: $N_{AR} = 6$ $A_{TT} = 3,5 m$ $g = 9,8 m/s^2$

Ec. 1.4.4.3-1 $t_e = \sqrt{\frac{2 \cdot A_{TT} \cdot N_{AR}}{g}}$

Tenemos:

$$t_e = \sqrt{\frac{2 * 3,5 \text{ m} * 6}{9,8 \text{ m/s}}}$$

$$t_e = 2,07 \text{ s}$$

Dando un enfriamiento de 10 grados Celsius que va de 28 a 18 grados.

3.1.12 Calculo verificación de disminución de valores de parámetros problemas

3.1.12.1 Cantidad disminuida

Con: Ec. 1.3.2-1 $C_D = V_{SO} - V_O$ y valores de tabla de resultados 3.2.8-1

➤ DQO

$$C_D = 702 - 310$$

$$C_D = 392 \text{ mg/L}$$

➤ DBO

$$C_D = 360 - 201$$

$$C_D = 159 \text{ mg/L}$$

➤ Sulfuros

$$C_D = 7,21 - 0,062$$

$$C_D = 7,15 \text{ mg/L}$$

➤ Tensoactivos

$$C_D = 7,75 - 0,5$$

$$C_D = 7,25 \text{ mg/L}$$

➤ **Sólidos totales**

$$C_D = 3812 - 2919$$

$$C_D = 893 \text{ mg/L}$$

3.1.12.2 Porcentaje disminuido

Con: Ec. 1.3.2-3 $\%D = \frac{C_D}{V_{SO}} * 100\%$ y valores de tabla de resultados 3.2.8-1

➤ **DQO**

$$\%D = \frac{392}{702} * 100\%$$

$$\%D = 55,84 \%$$

➤ **DBO**

$$\%D = \frac{159}{360} * 100\%$$

$$\%D = 44,17 \%$$

➤ **Sulfuros**

$$\%D = \frac{7,15}{7,21} * 100\%$$

$$\%D = 99,14 \%$$

➤ **Tensoactivos**

$$\%D = \frac{7,25}{7,75} * 100\%$$

$$\%D = 93,55\%$$

➤ **Sólidos totales**

$$\%D = \frac{893}{3812} * 100\%$$

$$\%D = 23,43 \%$$

3.1.13 Análisis de costos

Los respectivos análisis de costos se realizaron con el fin de sustentar la propuesta con el único fin de optimizar la planta de tratamiento de aguas residuales resultado del proceso de tinturado y lavado de Jeans en CACTOMER I.N al menor costo y con los mejores resultados.

3.1.13.1 Químico casa comercial 1 sin optimización

3.1.13.1.1 Volumen de coagulante y floculante necesario al mes.

$$R_{CA} = \frac{V_{AT}}{V_C}$$

Con: $V_{AT} = 596574 \text{ L}$ $V_C = ?$ $R_{CD} = 1461,60 = R_{FD}$

Tenemos:

$$V_C = \frac{596574 \text{ L}}{1461,60} = V_F$$

$$V_C = 408,165 \text{ L} = V_F$$

3.1.13.1.2 Costo de floculante y coagulante por mes

➤ **PAC**

$$200 \text{ L de coagulante} \longrightarrow 75 \text{ Kg PAC}$$

$$408,165 \text{ L de coagulanteX} \longrightarrow$$

$$X = 153,06 \text{ Kg PAC}$$

$$200 \text{ L de coagulante} \longrightarrow 135 \text{ dólares}$$

$$408,165 \text{ L de coagulante} \longrightarrow X$$

$$X = 275,51 \text{ dólares}$$

➤ **Floculante**

$$200 \text{ L de floculante} \longrightarrow 4 \text{ Kg de floculante}$$

$$408,165 \text{ L de floculante} \longrightarrow X$$

$$X = 8,1633 \text{ Kg floculante}$$

$$1 \text{ Kg de floculante} \longrightarrow 10,0 \text{ dólares}$$

$$8,1633 \text{ Kg floculante} \longrightarrow X$$

$$X = 81,63 \text{ dólares}$$

3.1.13.2 Químico casa comercial 1 optimizado

3.1.13.2.1 Volumen de coagulante y floculante necesario.

$$R_{OD} = \frac{V_{AT}}{V_C}$$

Con: $V_{AT} = 596574 \text{ L}$ $V_C = ?$ $R_{OD} = 66,6667$

Tenemos:

$$V_C = \frac{596574 \text{ L}}{66,6667}$$

$$V_C = 8948,605 L = V_F$$

3.1.13.2.2 Costo de floculante y coagulante por mes

➤ PAC

200 L de coagulante \rightarrow 75 Kg PAC

8948,605 L de coagulante X \rightarrow

$$X = 3355,73 \text{ Kg PAC}$$

200 L de coagulante \rightarrow 135 dólares

8948,605 L de coagulante \rightarrow X

$$X = 6040,3 \text{ dólares}$$

➤ **Floculante**

200 L de floculante —————→ 4 Kg de floculante

8948,605 L de floculante —————→ X

$$X = 178,97 \text{ Kg floculante}$$

1 Kg de floculante —————→ 10,0 dólares

178,97 Kg floculante —————→ X

$$X = 1789,7 \text{ dólares}$$

3.1.13.3 Químico casa comercial 2 optimizado

3.1.13.3.1 Volumen de coagulante y floculante necesario.

$$R_{OD} = \frac{V_{AT}}{V_C}$$

Con: $V_{AT} = 596574 \text{ L}$ $V_C = ?$ $R_{OD} = 100$

Tenemos:

$$V_C = \frac{596574 \text{ L}}{100}$$

$$V_C = 5965,74 \text{ L} = V_F$$

3.1.13.3.2 Costo de floculante y coagulante por mes

➤ **PAC**

200 L de coagulante \longrightarrow 75 Kg PAC

5965,74 L de coagulante \longrightarrow X

$$X = 2237,1525 \text{ Kg PAC}$$

200 L de coagulante \longrightarrow 108 dólares

5965,74 L de coagulante \longrightarrow X

$$X = 3221,50 \text{ dólares}$$

➤ **Alumbre**

200 L de floculante \longrightarrow 4 Kg de floculante

5965,74 L de floculante \longrightarrow X

$$X = 119,3148 \text{ Kg floculante}$$

1 Kg de floculante \longrightarrow 10,0 dólares

119,3148 Kg floculante \longrightarrow X

$$X = 1193,15 \text{ dólares}$$

3.1.13.4 Químico casa comercial 3 optimizado

3.1.13.4.1 Volumen de coagulante y floculante necesario.

$$R_{OD} = \frac{V_{AT}}{V_C}$$

Con: $V_{AT} = 596574 \text{ L}$ $V_C = ?$ $R_{OD} = 1000$

Tenemos:

$$V_C = \frac{596574 \text{ L}}{1000}$$

$$V_C = 596,574 \text{ L} = V_F$$

3.1.13.4.2 Costo de floculante y coagulante por mes

➤ **PAC**

200 L de coagulante \rightarrow 75 Kg PAC

596,574 L de coagulante \longrightarrow X

$$X = 223,71525 \text{ Kg PAC}$$

200 L de coagulante \longrightarrow 66 dólares

596,574 L de coagulante \longrightarrow X

$$X = 196,87 \text{ dólares}$$

➤ **Floculante**

200 L de floculante \longrightarrow 4 Kg de floculante

596,574 L de floculante \longrightarrow X

$$X = 11,93148 \text{ Kg floculante}$$

1 Kg de floculante \longrightarrow 8,0 dólares

11,93148 Kg floculante \longrightarrow X

$$X = 95,45 \text{ dólares}$$

3.2 Resultados

3.2.1 Volúmenes de tanques de sedimentación, floculación y tratamiento secundario.

➤ Volúmenes de tanques de sedimentación.

TABLA 3.2.1-1

Volúmenes de tanques de sedimentación.

Nº	Tanques	Volumen (L)
1	V_{T1}	5270
2	V_{T2}	4495
3	V_{T3}	5850
TOTAL	V_{TH}	15615

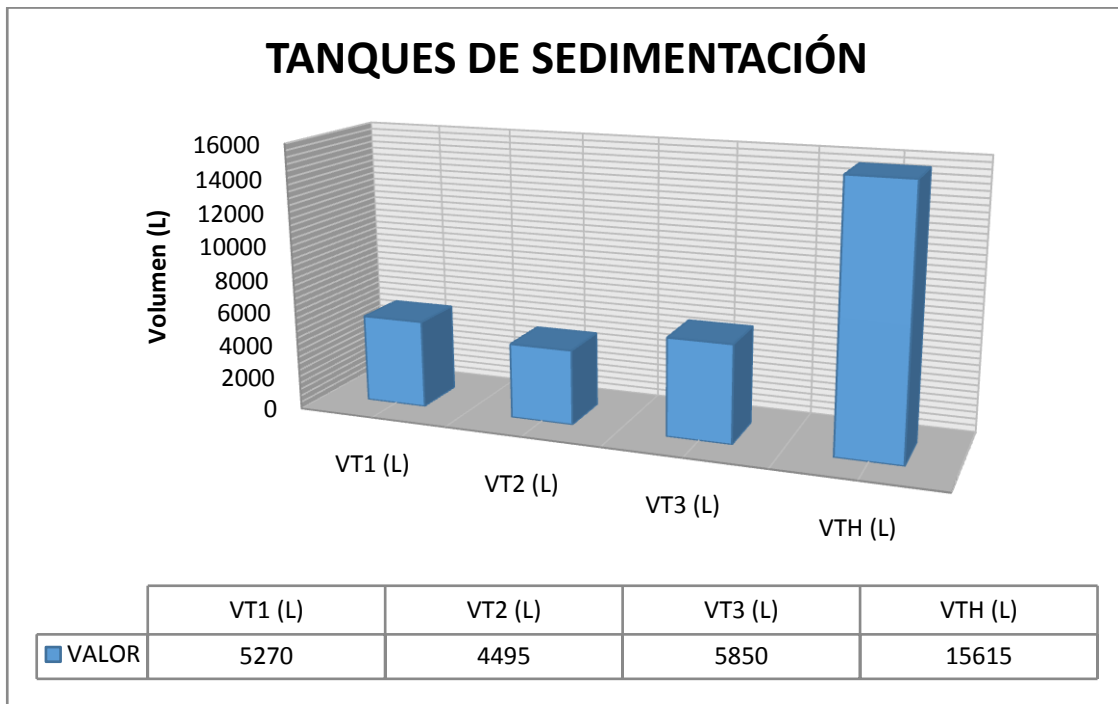


GRÁFICO 3.2.1-1 VOLÚMENES DE TANQUES DE SEDIMENTACIÓN

➤ **Volúmenes de tanque de floculación.**

TABLA 3.2.1-2

Volúmenes de tanque de floculación.

Nº	Tanques	Volumen (L)
1	V_{S1} (L)	3975
2	V_{S2} (L)	22260
3	V_{S3} (L)	3975
TOTAL	V_{TS} (L)	30210

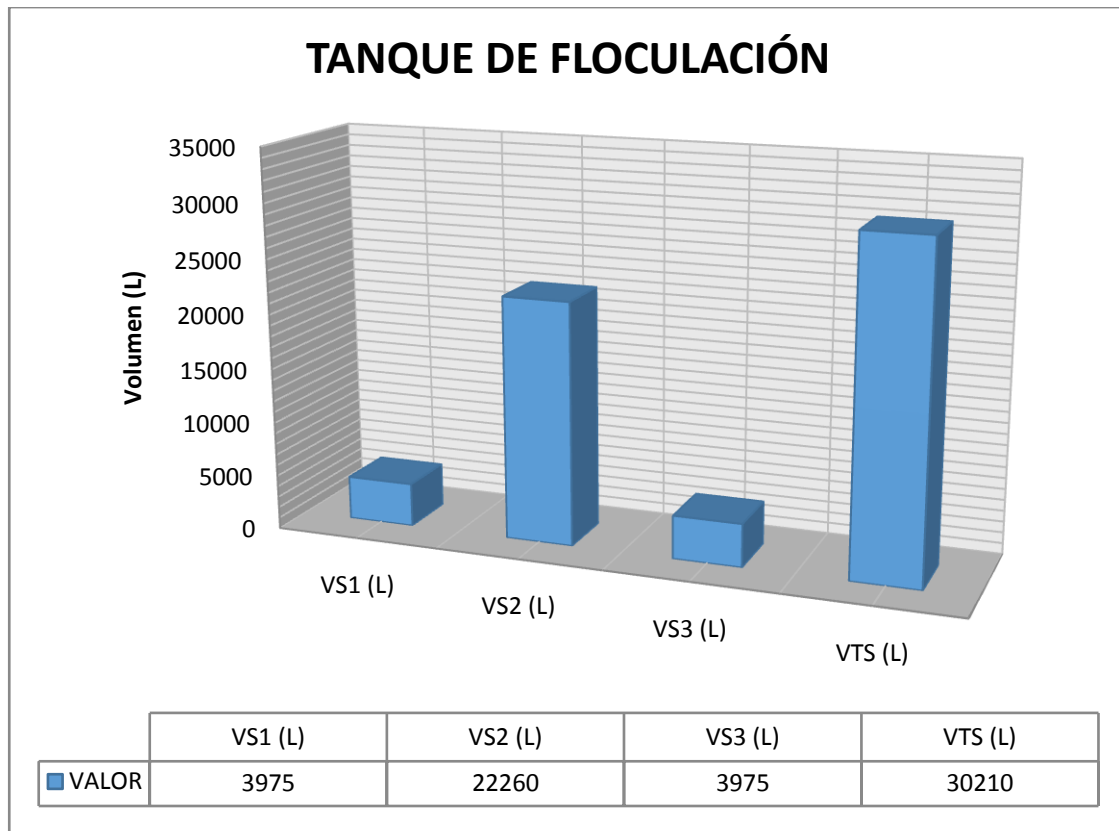


GRÁFICO 3.2.1-2 Volúmenes de tanque de floculación.

➤ **Volúmenes del tanque de tratamiento secundario.**

TABLA 3.2.1-3

Volúmenes del tanque de tratamiento secundario.

Nº	Tanques	Volumen (L)
1	V_{S1} (L)	833
2	V_{S2} (L)	833
3	V_{S3} (L)	833
TOTAL	V_{TTB} (L)	2499

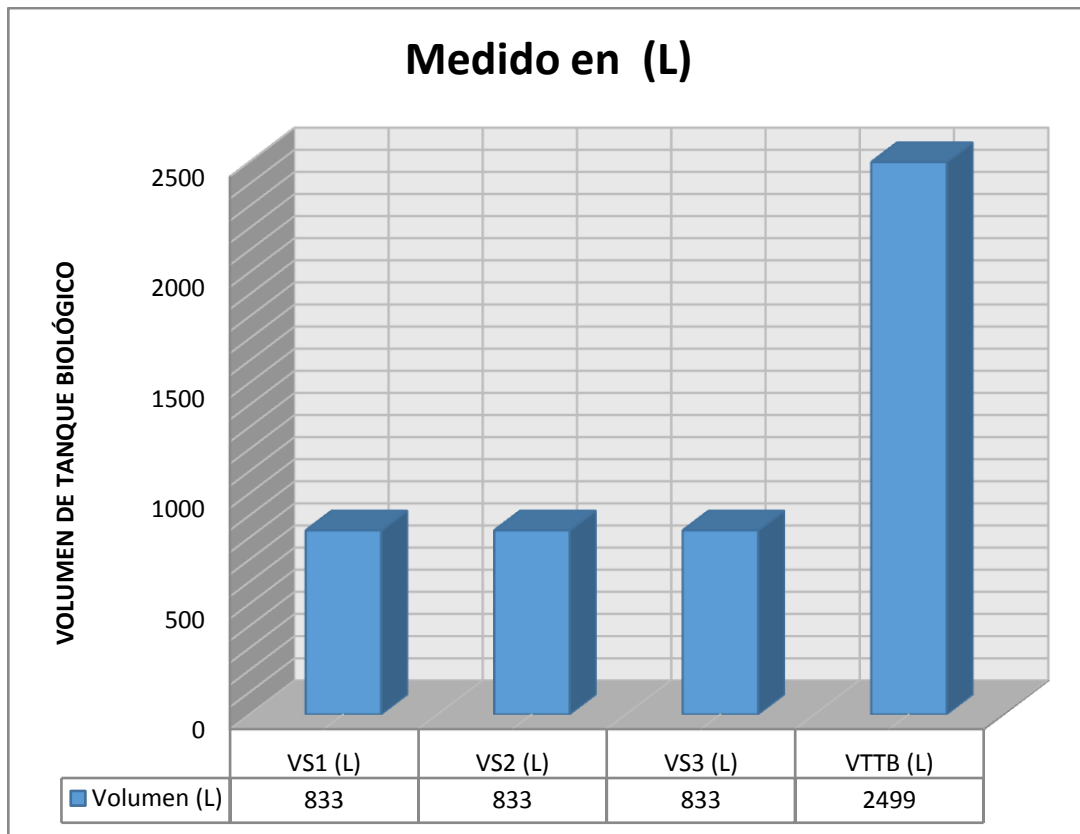


GRÁFICO 3.2.1-3 Volúmenes del tanque de tratamiento secundario.

3.2.2 Caudales

TABLA 3.2.2-1

Caudales existentes en la planta de tratamiento de aguas residuales CACTOMER I.N

Nº	Caudales	Valor(L/h)
1	Q _{CTS}	7642,8
2	Q _{EP}	11931,48
3	Q _{SP}	7148,28
4	Q _{DF}	8,1633
5	Q _{DC}	8,1633

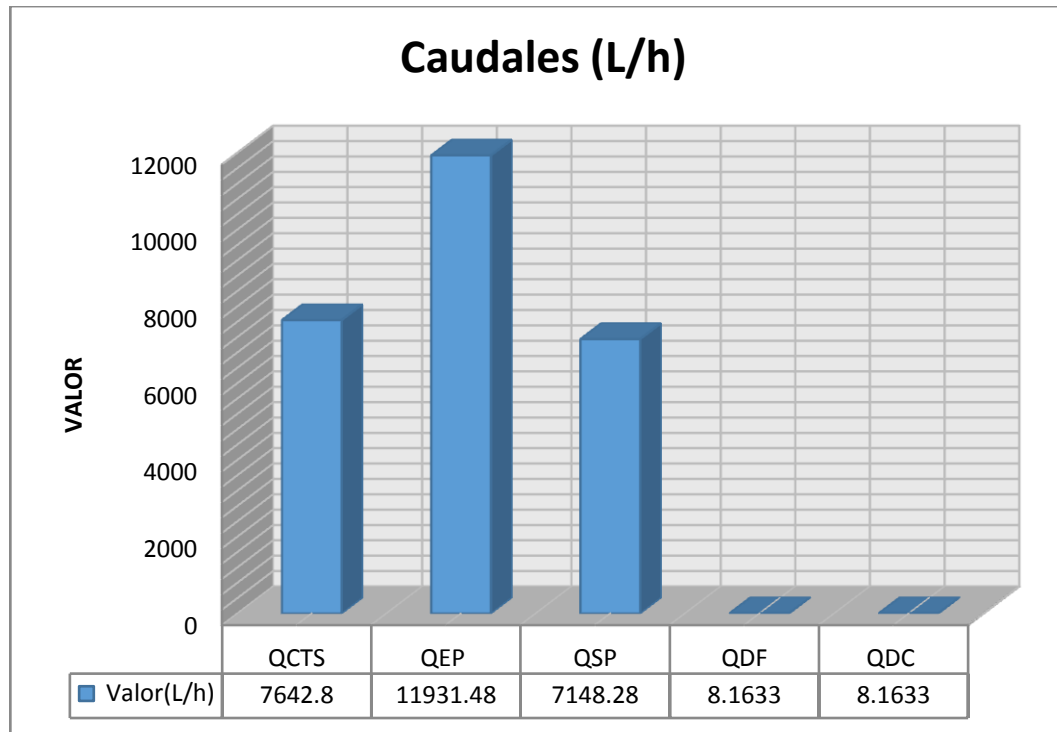


GRÁFICO 3.2.2-1 Caudales existentes en planta de tratamiento.

3.2.3 Concentración del coagulante y floculante

TABLA 3.2.3-1

Resultado de concentración del floculante y coagulante a dosificar

CONCENTRACION	RESULTADO (g/L)
C_C	375
C_F	20

3.2.4 Tiempos de retención

3.2.4.1 Tanques de sedimentación

TABLA 3.2.4.1-1

Tiempos de retención en tanque de sedimentación

Nº Tanques de sedimentación	$\theta(h)$
1	1,1351
2	0,5851
3	0,7654

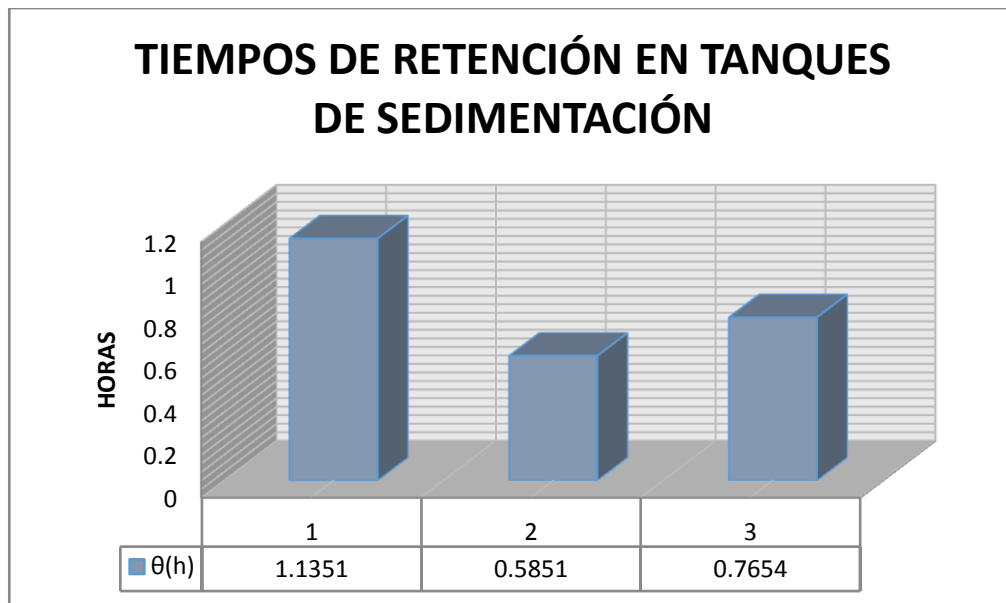


GRÁFICO 3.2.4.1-1 Tiempos de retención en tanques de sedimentación.

3.2.4.2 Tiempos de retención en tanque de floculación

Tabla 3.2.4.2-1

Tiempos de retención en tanque de floculación

Nº Casa comercial	Estado	V _{TS} (L)	Q _{EP} (L/h)	θ (h)
1	antes optimización	30210	11931,48	2,532
1	optimizada	30210	544,22	55,511
2	optimizada	30210	816,33	37,007
2	optimizada	30210	8163,30	3,707

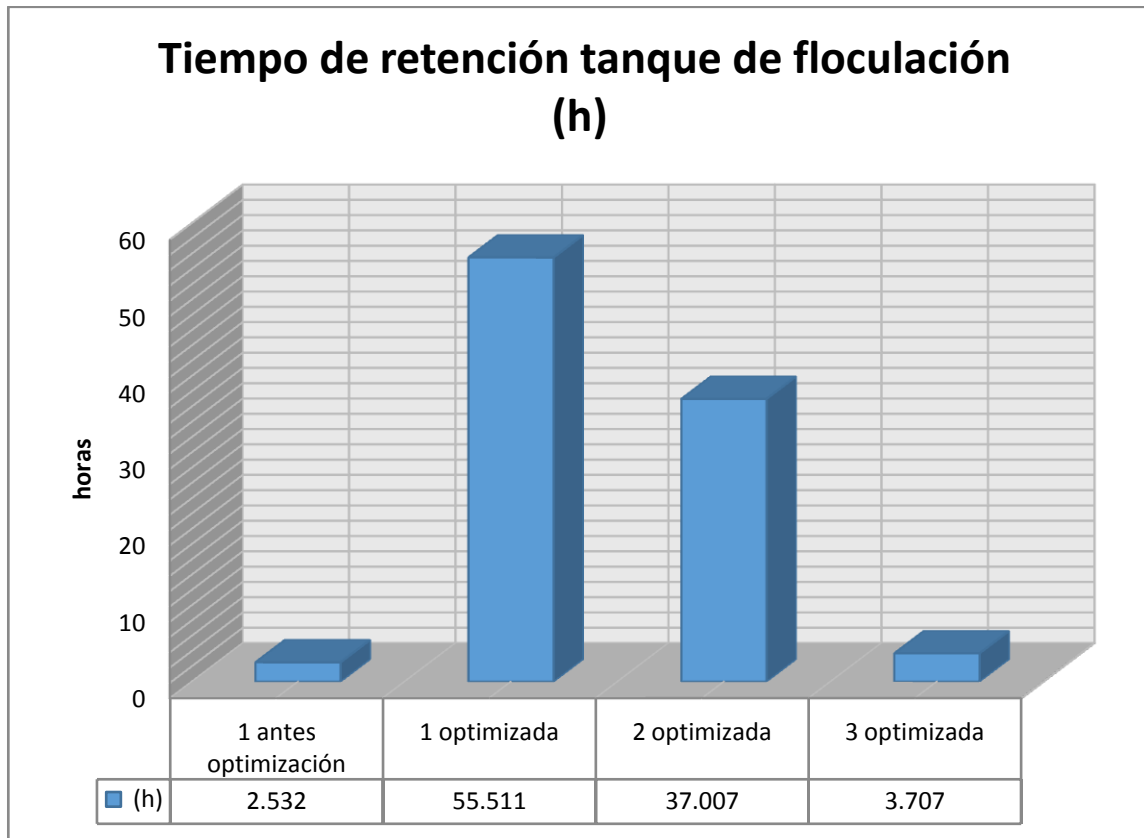


GRÁFICO 3.2.4.2-1 Tiempo de retención en sedimentación

3.2.4.3 Tiempos de retención en tanque de tratamiento secundario.

TABLA 3.2.4.3-1

Tiempos de retención en tanque de tratamiento secundario

Nº Secciones tanque de tratamiento secundario	$\theta(h)$
1	0,1165
2	0,1165
3	0,1165
Total	0,3495

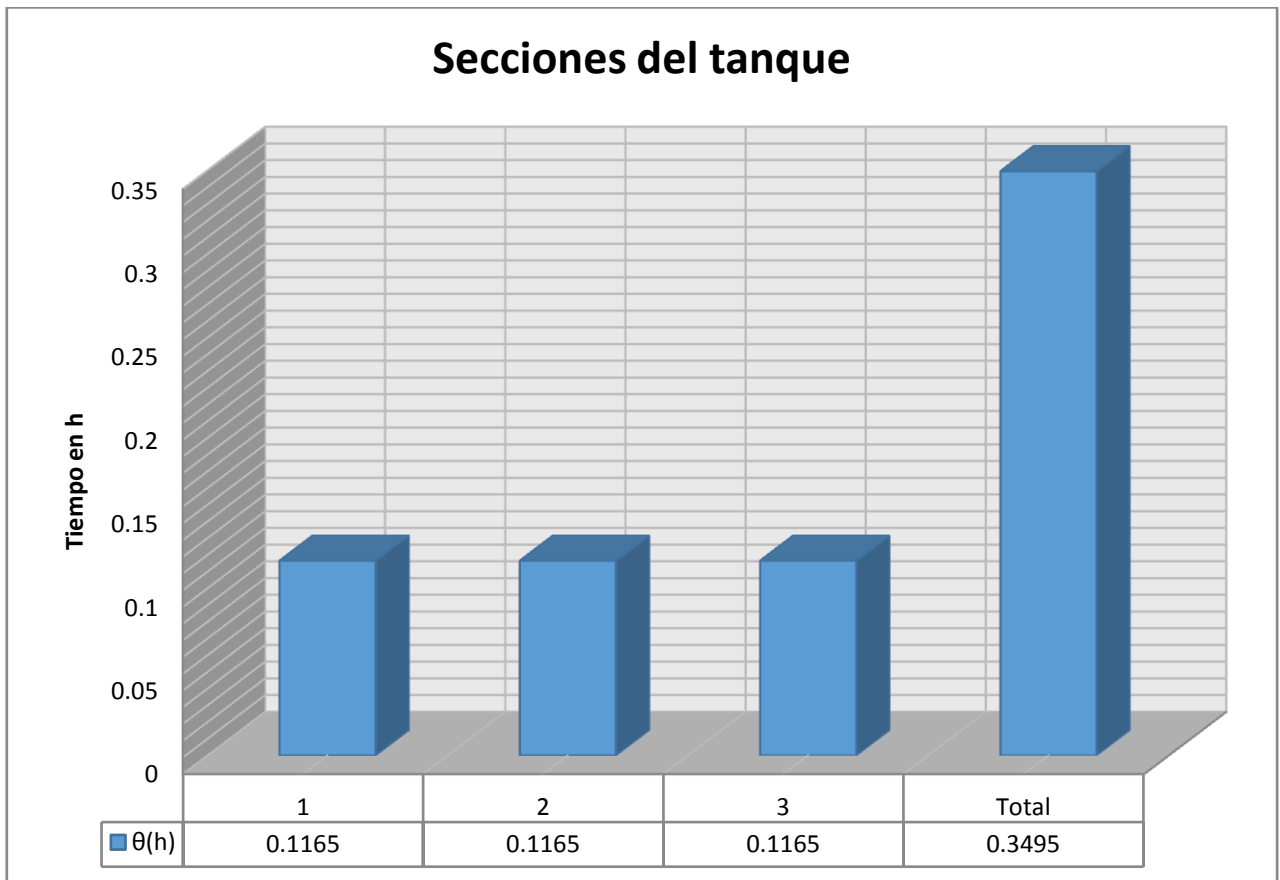


GRÁFICO 3.2.4.3-1 Tiempo de retención en tanque de tratamiento secundario.

3.2.5 Resultado de pruebas de jarras del coagulante y floculante

TABLA 3.2.5-1

Resultado de pruebas de jarras en punto optimizado

Casa comercial 1 Sin optimización	C_F (g/L)	C_C (g/L)	QDC (L/h)	R_{RA} $\frac{L \text{ de agua a tratar}}{L \text{ de coagulante}}$	Q_{EP} (L/h)
	20	375	8,163	1461,60	11931,48

Nº Casa comercial optimizadas	C_F (g/L)	C_C (g/L)	V_{AT} (L)	V_C(L)	R_{OD} $\frac{L \text{ de agua a tratar}}{L \text{ de coagulante}}$	Q_{EP}(L/h)
1	20	375	1	0,015	66,67	544,22
2	20	375	1	0,010	100,00	816,33
3	20	375	1	0,0010	1000,00	8163,30

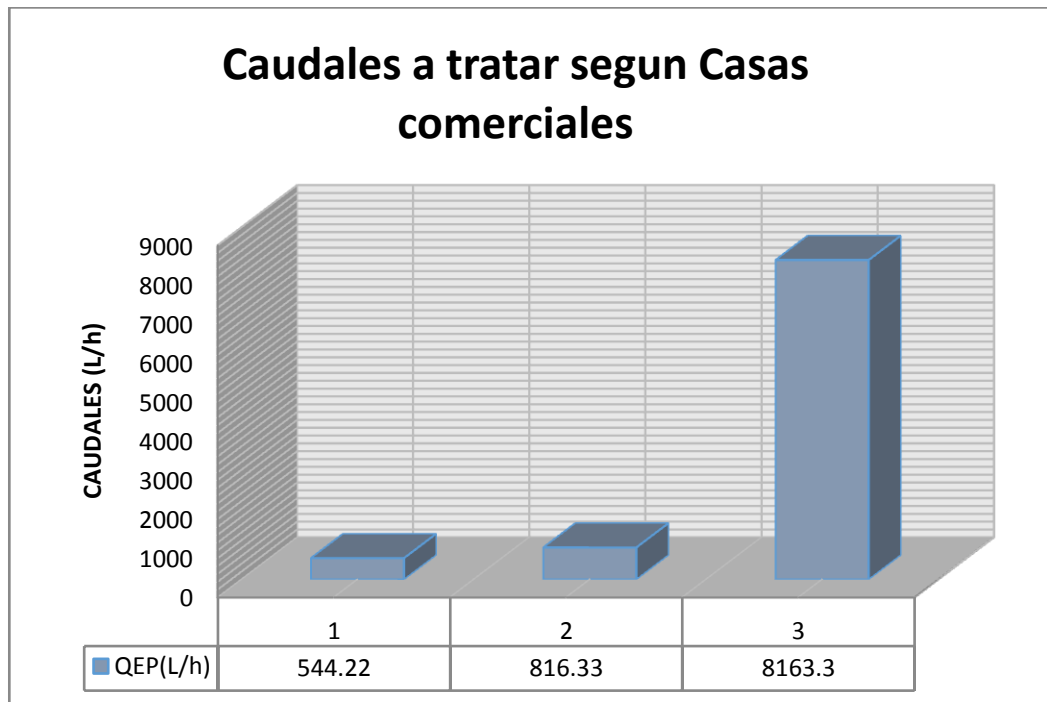


GRÁFICO 3.2.5-1 Resultado de pruebas de jarras en punto optimizado

3.2.6 Resultado del dimensionamiento de rejillas

TABLA 3.2.6-1

Resultado del dimensionamiento de rejillas

Nº Rejillas	A (m ²)	v(m/s)	h(m)	H _c (m)	δ °C	B _g (m)	n(barrotes)	hp(m)
1	0,003538	0,6	0,008845	0,55	70	0,324	15	0,0054

3.2.7 Resultado del dimensionamiento de torre de aireación.

TABLA 3.2.7-1

Resultado del dimensionamiento de torre de aireación.

Nº Torres	T.A (L/h*m ²)	A _{TA} (m ²)	A _{TT} (m)	A _{AB} (m)	N _{AR} (bandejas)	t _e (s)
1	725	11,2597	3.5	1,96	6	2,07

3.2.8 Resultado de la disminución de valores en parámetros optimizados

TABLA 3.2.8-1

Resultado de la disminución de valores en parámetros optimizados

Nº	Parámetro	Valor antes de optimización(mg/L)	valor después de optimización(mg/L)	C _D (mg/L)	%D
1	DQO	702	310	392,00	55,84
2	DBO	360	201	159,00	44,17
3	Sulfuro	7,21	0,062	7,15	99,14
4	Tensoactivos	7,75	0,5	7,25	93,55
5	S. Totales	3812	2919	893,00	23,43

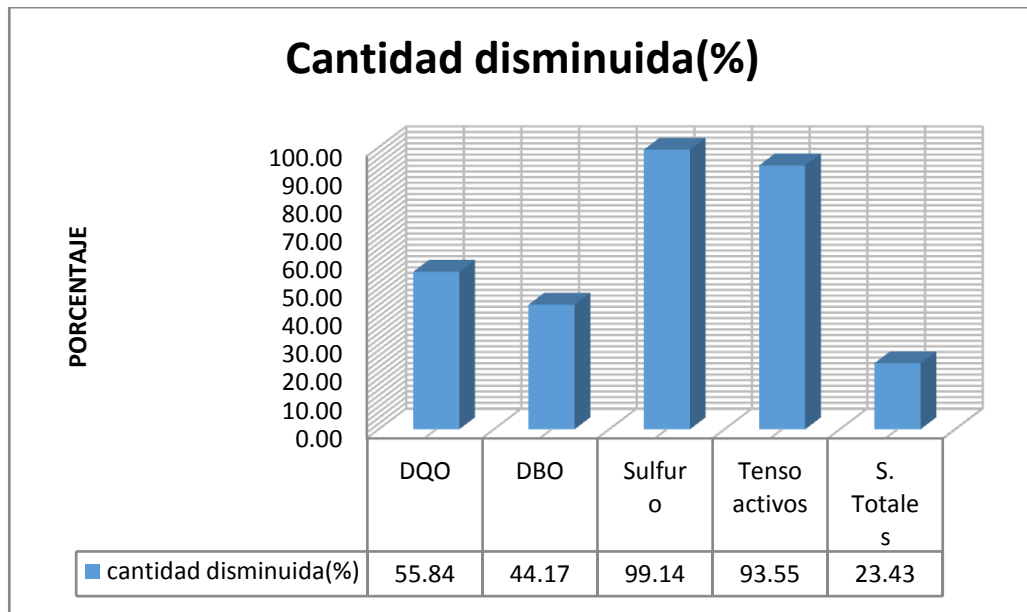


GRÁFICO 3.2.8-1 Resultado de la disminución de valores en parámetros optimizados

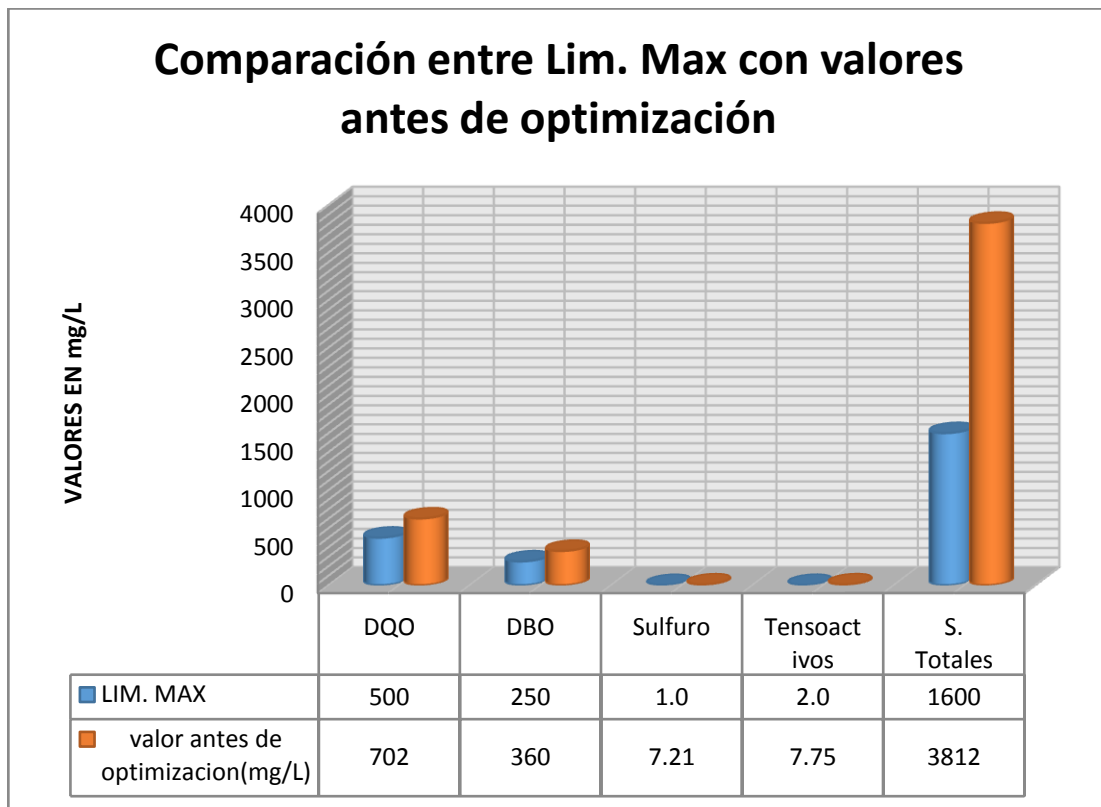


GRÁFICO 3.2.8-2 Comparación entre Lim. Max con valores antes de optimización

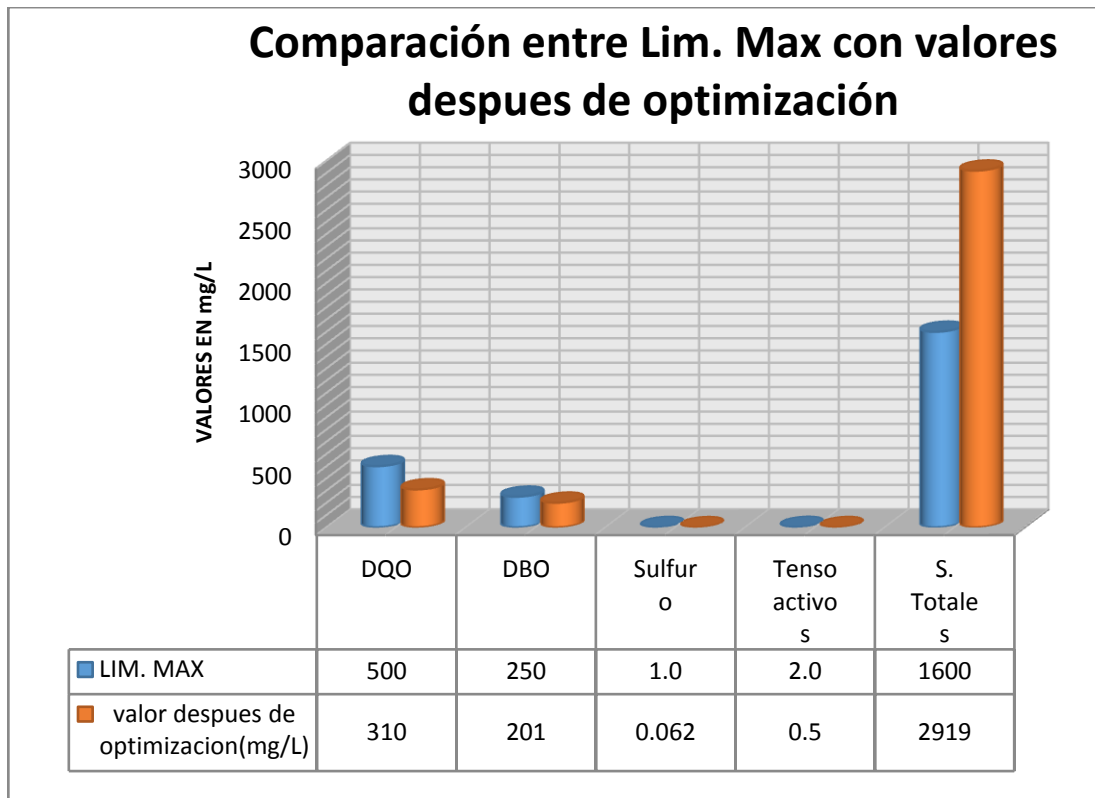


GRÁFICO 3.2.8-3 Comparación entre Lim. Max con valores después de optimización

3.2.9 Análisis de costos en función al químico.

TABLA 3.2.9-1
Resultado del Análisis de costos.

Nº	casa comercial	Relación (L agua a trata/L coagulante-floculante)	V_{AT} (L)	$V_C = V_F$ (L)	PAC (Kg)	Alumbre (Kg)	costo 1 Kg PAC (dólares)	costo 1 Kg Alumbre (dólares)	Precio de PAC(dólares)	Precio de Floculante (dólares)	costo total químico
1	sin optimizar	1461,6000	596574,0	408,1650	153,06	8,1633	1,8	10	275,51	81,63	357,14
1	optimizada	66,6667	596574,0	8948,6050	3355,73	178,97	1,8	10	6040,31	1789,70	7830,01
2	optimizada	100,0000	596574,0	5965,7400	2237,1525	119,3148	1,44	10	3221,50	1193,15	4414,65
3	optimizada	1000,0000	596574,0	596,5740	223,7152	11,9315	0,88	8	196,87	95,45	292,32

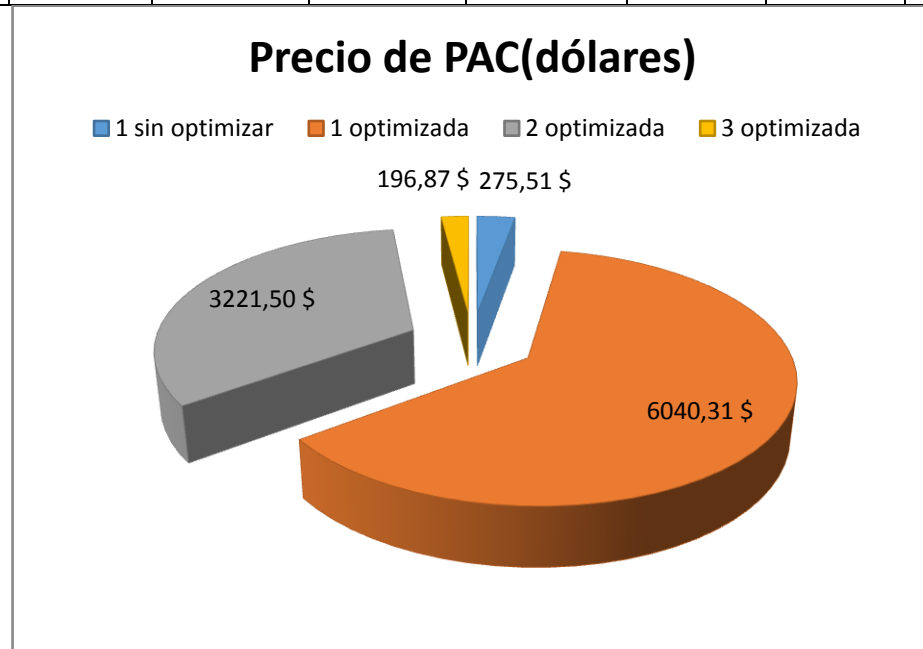


GRÁFICO3.2.9-1 Relación de costos de PAC con cada proveedor

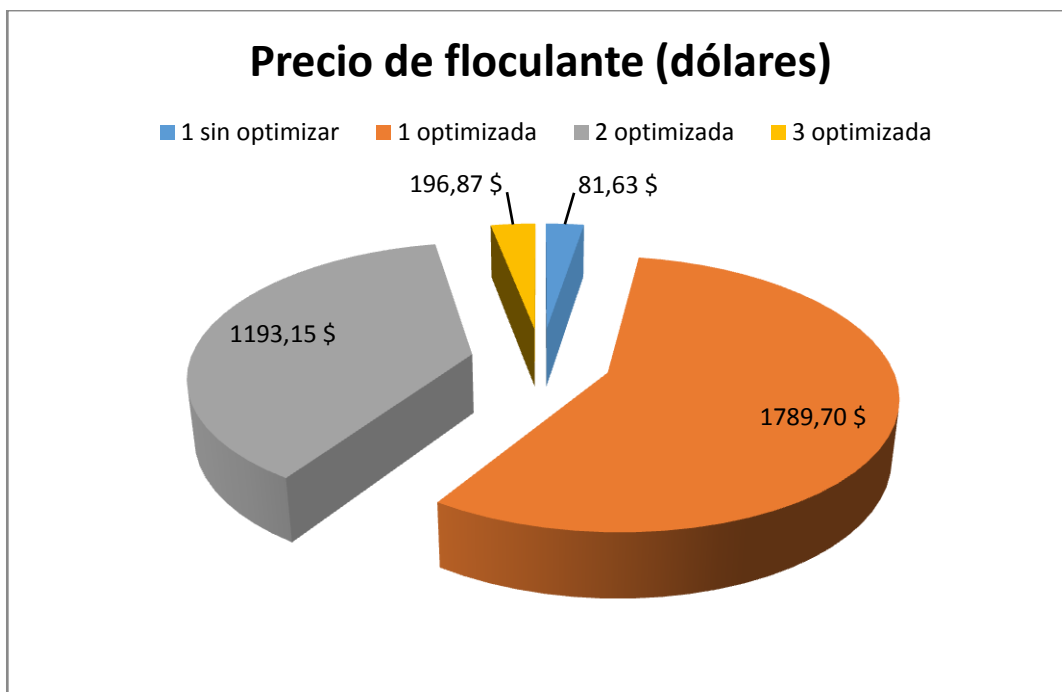


GRÁFICO3.2.9-2 Relación de costos de floculante con cada proveedor

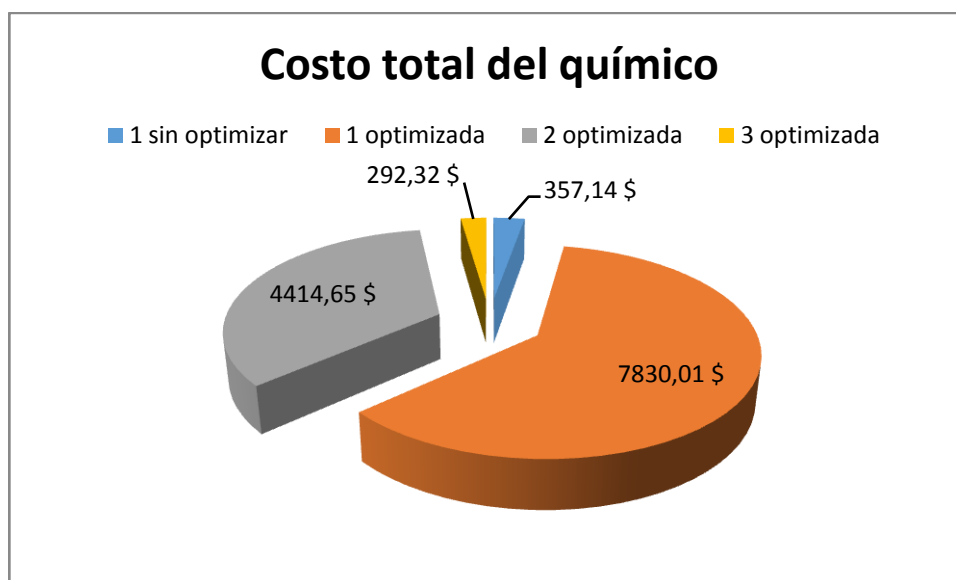


GRÁFICO 3.2.9-3 Verificación de costos del químico según las casas comerciales

3.3 Propuesta

La propuesta para la Empresa CACTOMER I.N Ubicada en Pelileo dirigida por el Sr. Carlos Toaing Machuca consiste con la implementación de los respectivos ítems descritos en tabla 3.3-1 los cuales se realizaron en fecha de diciembre 2013 a enero 2014.

TABLA 3.3-1

Propuesta para optimización de la planta de agua CACTOMER I.N

Nº	ítem	descripción
1	cambio de casa comercial 3	Realizar la adquisición de PAC y floculante a QUIMICALZEN LIMITADA S.A donde se debe tener una dosificación de 8,1633 L/h de PAC y floculante para un caudal de agua a tratar de 8163,30 L/h manteniendo así los parámetros dentro de la Normativa.



GRÁFICO3.3-1 Cambio de casa comercial 3

Nº	ítem	descripción
2	Adecuación de tanque	Se propone habilitar un tanque de L=2,95 m, A=1,18m y h= 1,10 para un tratamiento secundario con lechugines, que consiste en dividirlo en tres secciones separadas a 0,85 m con dos paredes de 0,10 m de ancho y poner piedra volcánica para retención de sólidos.

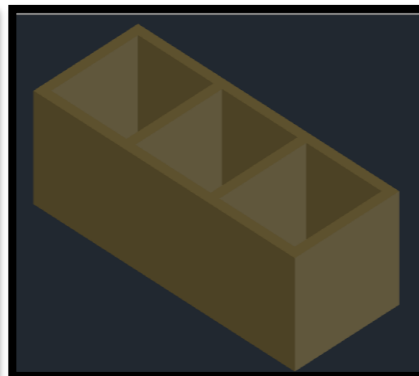
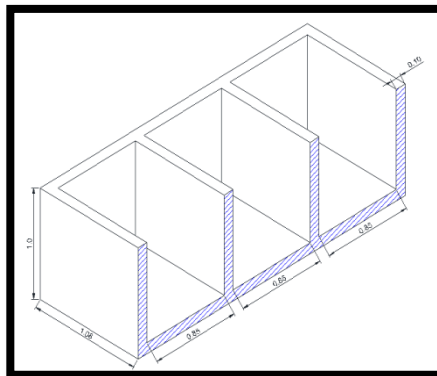


GRÁFICO3.3-2Adecuación de tanque

Nº	ítem	descripción
3	Adecuación de canal	Instalar 4 rejillas, sus características se encuentran en la tabla 3,2,5-1 en canal de transporte para reducir sólidos que pueden dañar la bomba ayudando también a disminuir el consumo de oxígeno presente en el efluente a tratar y aumentar la trayectoria del transporte de efluente dirigido hacia el tanque de sedimentación haciendo circular en sentido contrario para aprovechar todo el canal ya construido.

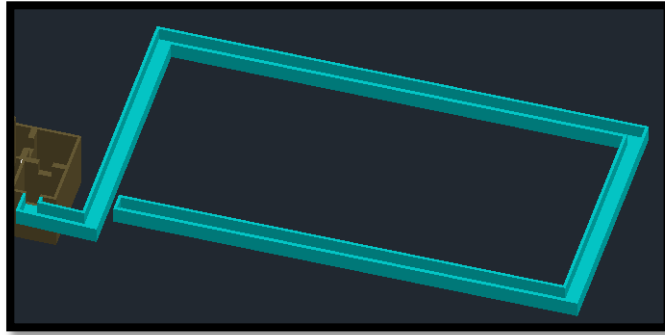


GRÁFICO3.3-3Adecuación de canal

Nº	ítem	descripción
4	Torre de aireación	Implementar una torre de aireación con 6 bandejas, sus características se encuentran descritos en la tabla 3.2.7-1 para poder mantener con vida a los lechuguines ya que con esto se reduce la temperatura del agua de 28 a 18 °C la cual es una temperatura óptima para su existencia. Además de que oxigena el agua y ayuda a eliminar tensoactivos

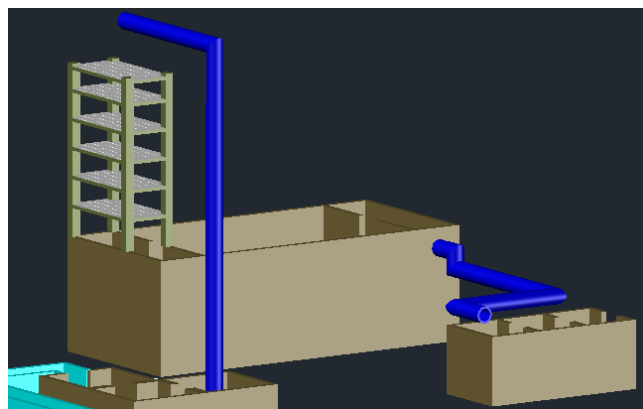


GRÁFICO3.3-4Torre de aireación.

3.3.1 Análisis de costos en función a la propuesta.

TABLA 3.3-2
Análisis de costos para la Empresa CACTOMER I.N

ítem	característica	descripción	Cantidad	Costo \$	Costo con polinómica de reajuste
cambio de casa comercial 3	QUIMICALZEN Compañía Limitada	adquisición de PAC	223,7152 Kg/mes	196,87	
		adquisición de Floculante	11,9315 Kg/mes	95,45	
	SUBTOTAL			292,32	294,43
Adecuación de tanque	S/N	mano de obra	1	50,00	
	CEMENTO CHIMBORAZO	cimento	150 Kg	21,75	
	DISENSA	arena 4 m3	4 m3	22,56	
	Pre-Fabricados de Hormigón Gerardo Parra Miño	Bloque	60 u	36,00	
	SUBTOTAL			422,63	425,68
Accesorios para adecuar tanque	S/N	mano de obra	1	25,00	
	PLASTIGAMA	codos PVC	6 u	134,04	
	PLASTIGAMA	Unión PVC	4 u	63,36	
	PLASTIGAMA	Tubos PVC	6 m	47,59	
	S/N	pega	3 u	1,65	
	SUBTOTAL			246,64	248,42
Adecuación de canal	S/N	mano de obra	2 por 2 días	100,00	
	CEMENTO CHIMBORAZO	cimento	150 Kg	21,75	
	DISENSA	arena	4 m3	22,56	
	S/N	rejilla delgada	4 u	310,00	
	SUBTOTAL			454,31	457,59
torre de aireación	S/N	hierro inoxidable	4 laminas	800,00	
	S/N	mano de obra	2	200,00	
	SUBTOTAL			1000,00	1007,22
TOTAL DE PROPUESTA				2415,90	2433,34

Fuente: LISTA DE PRECIOS DE MATERIALES DE CONSTRUCCION - CAMARA DE CONSTRUCCION DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO y Autor

$$K = a \frac{J_r}{J_k} + b \frac{J_r}{J_k} + c \frac{J_r}{J_k} + d \frac{J_r}{J_k} + e \frac{J_r}{J_k}$$

$$K = \text{propuesta total} \frac{J_r}{J_k}$$

Dónde:

Jr= índice nacional de reajuste enero 2014= 146,51

Jk= índice nacional de reajuste diciembre 2013= 145,46

a, b, c, d, e , f: ítem de propuesta

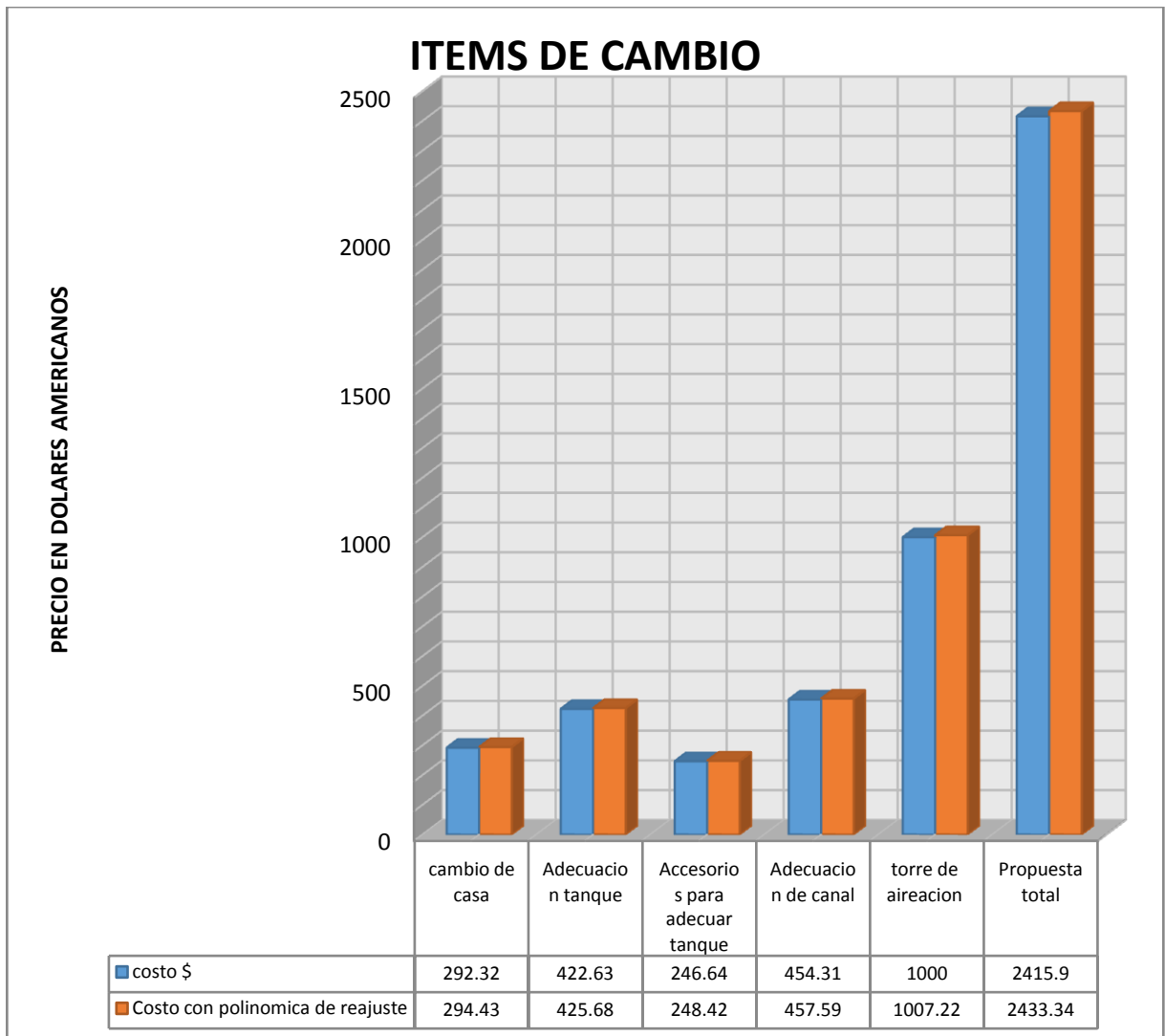


GRÁFICO 3.3-1 Propuesta con reajuste en mes diciembre 2013 enero 2014

3.4 Análisis y discusión de resultados

Cuando se realizó el proceso de optimización de la planta de tratamientos de aguas residuales del agua proveniente del tinturado y lavado de Jeans de la Empresa CACTOMER I.N, se ejecutaron pruebas de jarras con una concentración de 375 g/L de coagulante y 20 g / L de concentración de floculante para tres casas comerciales diferentes, debido a que se tiene que seleccionar una casa comercial eficiente en este caso es la tercera, donde su relación de agua a tratar es de 1000L con 1 L de coagulante y que comparado con la relación de la segunda casa comercial que es de 100 L de agua a tratar por cada L de coagulante, se puede notar que la casa comercial 3 trata 900 L más de agua residual por 1 L de coagulante y 933,33 L de agua residual con 1 L de coagulante más que la casa comercial 1y para poder obtener la optimización en debe realizar una regulación del caudal de entrada siendo este de 8163,3 litros por cada hora es decir reducir 3768,18 L / h del caudal original 11931,48 debido a que la capacidad de dosificación de las bombas dosificadoras de coagulante y floculante es reducida.

Se determinó que hay que ubicar rejillas, aumentar el canal de transporte de efluente, instalar una torre de aireación y disponer de lechugines en un tanque, para ayudar a la sedimentación y floculación debido a que con rejillas se disminuyen los sólidos presentes, con aumento de canal e instalación de torre el agua a tratar se enfría agilizando la acción del coagulante-floculante como también reduciendo el consumo de oxígeno y por último la aplicación de lechugines ayudan a absorber el color como también los sólidos disueltos.

Al realizar la investigación se puede decir que la Empresa CACTOMER I.N debe hacer el respectivo cambio de casa comercial a Quimicalzen compañía limitada y los ajustes propuestos debido a que con resultados del estudio se obtuvo la disminución del 55,84 % de DQO, 44,17 % en DBO, 99,14% de sulfuros, 93,55 en tensoactivos y 23,43 % en sólidos totales manteniendo los parámetros dentro de la Normativa Ambiental con excepción de los sólidos totales, además de tener un costo muy económico en cuanto al PAC y floculante que es de 292,32 dólares al mes.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La planta de tratamientos de aguas residuales de la Empresa CACTOMER I.N tiene los parámetros fuera de norma Tensoactivos con 7,75 mg/L, la DBO con 360 mg/ L , DQO con 702mg/ L, los sulfuros con 7,21 mg/ L y los sólidos totales con un valor de 3812 mg/ L.
- La empresa Cactomer I.N mantiene una alta problemática ante el GAD Municipal de Pelileo y Ministerio del Ambiente por reclamos de la comunidad del proceso que desempeña.
- El control del proceso de optimización en la planta de tratamientos CACTOMER I.N se facilitó por los respectivos análisis realizados en su proceso para alcanzar los límites permisibles de la Norma.
- Con análisis final se obtuvo DQO 310 mg/L DQO, DBO 210 mg/L , sulfuro 0,062, tensoactivo 0,5 mg/L llegando al límite de la Norma con excepción de los sólidos totales con un valor de 2919.
- Al realizar los respectivos cambios se obtuvo una disminución del 55,84 % de DQO, 44,17 % en DBO, 99,14% de sulfuros, 93,55 en tensoactivos y 23,43 % en sólidos totales.
- Para llegar a la optimización total de la planta de tratamiento CACTOMER I.N se hizo también un rediseño del sistema de tratamiento alcanzando casi en totalidad la Normativa y evitando la multa emitida por las respectivas entidades de Control.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar una limpieza en canales de transporte del afluente de producción de textiles, tanques de homogenización y tanques de sedimentación para así evitar la acumulación del FLOC y sólidos que aumentan el poder de contaminación del agua.
- Se exhorta cambiar la bomba dosificadora actual por una de mayor capacidad de dosificación tanto en coagulante y floculante para así tener mayor volumen de efluente en tratamiento a menor tiempo evitando tener en funcionamiento a la máxima capacidad provocando su daño.
- Dar el debido mantenimiento a los equipos existentes en la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Capacitar al personal en cuanto al funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales además del resto de áreas de producción.
- Utilizar químicos biodegradables.
- Pedir las respectivas hojas de seguridad de los químicos que se ocupan en la planta de tratamiento como también para el proceso de producción para asegurarse que los productos sean certificados y por ende desempeñen de la mejor manera su función.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- HERNANDEZ A.,** Depuración de aguas residuales., 3^{ra} ed., Madrid-España., Colegio de Ingenieros de caminos, Canales y Puertos., 1998., Pp. 326-327.
- 2.- SIERRA C.,** Calidad de aguas evaluación y diagnóstico., 1^{re} ed., Medellín-Colombia., Ediciones de la U., 2011., Pp. 27, 28, 37, 55-69.
- 3.- CRITES R.,** Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones., 1^{ra} ed., Bogotá-Colombia., Mc Graw-Hill Interamericana., 2000., Pp. 162-163.

- 4.- HAROLD E. Y OTROS.,** Alcantarillado y tratamiento de aguas negras., 1^{ra} ed., D.F.-México., Compañía Editorial Continental S.A., 1971., Pp. 526-539.
- 5.- BRITO H.,** Texto básico de operaciones unitarias III., 1^{ra} ed., Riobamba-Ecuador., Sin ed., 2001., Pp. 1-2
- 6.- ROMERO J.,** calidad de agua., 3^{ra} ed., Bogotá-Colombia., Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería., 2009., Pp. 108-112,175, 182, 186, 135, 142,144.
- 7.- FERRER J. Y OTROS.,** Tratamiento secundario de aguas residuales., 1^{ra} ed., C.V-México., Alfamega., 2008., Pp. 160-161
- 8.- RODRÍGUEZ J. Y OTROS.,** Fisicoquímica de aguas., 3^{ra} ed., Madrid-España., Díaz de Santos S.A., 1999., Pp. 25.

9.- MAURI A. Y OTROS., Laboratorio de análisis instrumental., 1^{ra} ed., Valencia-España., editorial Printed In Spsin., 2010., Pp. 23

10.- GONZÁLEZ P., Plantas de tratamiento de aguas, equipos electromecánicos, ingeniería constructiva, 1^{ra} ed., Madrid-España., editorial Amvediciones., 2013., Pp. 112-113.

TESIS

1.- LLANOS D., Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la industria de productos lácteos “Pillaro” Ubicada en el Cantón Pillaro-Tungurahua., Facultad de Ciencias., Escuela de Ingeniería Química., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-Ecuador., 2013., Pp. 21-25.

EBook

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2636/1/236T0068.pdf>,

INTERNET

1.-ESTANQUES DE JACINTO DE AGUA PARA TRATAMIENTO DE RESIDUOS INDUSTRIALES.

<http://www.monografias.com/trabajos37/estanques-de-jacinto/estanques-de-jacinto2.shtml>.

2013-10-15

2.-MÉTODOS ANALÍTICOS PARA AGUAS RESIDUALES.

http://www.cienciasmarinas.uvigo.es/bibliografia_ambiental/outros/Manual%20de%20fitodepuracion/Capitulos%20Anexos1.pdf,

2013-10-10

3.- TULSMA

<http://www.recaiecuador.com/Biblioteca%20Ambiental%20Digital/TULAS.pdf/LIBRO%20VI%20Anexo%201.pdf>,

2013-13-8,

Pp. 325-328

4.- TÉCNICAS ANALÍTICAS

<http://www.xtec.cat/~gjimene2/llicencia/students/02tecnicas.html>.

2013-10-10

5.- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN INDUSTRIAL

http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales_de_origen_industrial.



2013-10-8



ANEXOS

ANEXO I



Informes de análisis de laboratorios para optimización de planta de tratamiento 2013/07/06

 LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC	LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR	 LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 06-008			
INFORME DE ENSAYO No: 1184 ST: 13 – 600 ANÁLISIS DE AGUAS					
Nombre Peticionario: GAD SAN PEDRO DE PELILEO Atn. NA Dirección: Pelileo – Av. 22 de Julio y Padre Chacón FECHA: 06 de Julio del 2013					
NUMERO DE MUESTRAS: 1 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013 / 06 / 28- 15:20 FECHA DE MUESTREO: 2013 / 06 / 28 10:40 FECHA DE ANÁLISIS: 2013 / 06 / 28- 2013 / 07 / 06 TIPO DE MUESTRA: Agua Descarga CÓDIGO LABCESTTA: LAB-A 1840-13 CÓDIGO DE LA EMPRESA: Lavandería Cactomer IN PUNTO DE MUESTREO: Descarga alcantarillado ANÁLISIS SOLICITADO: Físico-Químico PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Ing. Elizabeth Barahona. CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C					
RESULTADOS ANALÍTICOS:					
PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Tensoactivos	PEE/LABCESTTA/44 APHA 5540 C	mg/L	7.75	2.0	±15%
*Sólidos Sedimentables	PEE/LABCESTTA/56 APHA 2540 F	ml/L	1	20	-
Demanda Biológica de Oxígeno (5 días)	PEE/LABCESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	360	250	±20%
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LABCESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	702	500	±3%
Fenoles ²	PEE/LABCESTTA/14 APHA 5530 C	mg/L	0.048	0.2	±16%
*Color ₁	PEE/LABCESTTA/61 APHA 2120-C	Pt/Co	391.56	-	-
*Sulfuros	PEE/LABCESTTA/19 APHA 4500-S ²⁻ ₁	mg/L	7.21	1.0	-
Grasas y Aceites	PEE/LABCESTTA/42 APHA 5520 B	mg/L	10.1	100	±9%
Sólidos ² Suspendidos	PEE/LABCESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	105	220	±13%
OBSERVACIONES:					
<ul style="list-style-type: none"> Muestra receptada en el laboratorio. Los parámetros con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE. Resultados comparados Límites permisibles Tabla 11 del TULAS. 					
RESPONSABLES DEL INFORME:					
Dr. Mauricio Alvarez RESPONSABLE TÉCNICO			Ing. Marcela Erazo JEFE DE LABORATORIO		
Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con los objetos ensayados. MC01-14					

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Análisis de aguas 1 para Diagnóstico.		
	Informe de analisis			LAMINA No.	Escala:	Fecha:
		Certificado Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA	01	1:1	29/11/2013
		Aprovado Por aprobar	JAVIER A. PORRAS M.			
		Por calificar X Información				

ANEXO II

Informes de análisis de laboratorios para optimización de planta de tratamiento 2011/12/20

 ESPOCH LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998-232 Riobamba - Ecuador	 OAE ENSAYOS No OAE LE 2C 06-008
---	---	---

INFORME DE ENSAYO No: 2351
ST: 11- 1113 ANÁLISIS DE AGUAS

Nombre Peticionario: Sr. Carlos Toainga
Atn. -
Dirección: Pelileo, Tungurahua

FECHA: 20 de Diciembre del 2011
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011 / 12 / 13 - 16:20
FECHA DE MUESTREO: 2011 / 12 / 13 - 14:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2011 / 12 / 13 - 2011 / 12 / 20
TIPO DE MUESTRA: Agua de Descarga
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-A 3258-11
CÓDIGO DE LA EMPRESA: N.A.
PUNTO DE MUESTREO: Descarga Final
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Ing. Juan Ríos
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 24.0 °C. T mín.: 19.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Demanda Química de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	610	500	± 3%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/LAB-CESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	190	250	± 20%
*Sulfuro	PEE/LAB-CESTTA/53 APHA 4500 S ²⁻	mg/L	0,099	1,0	-
Sólidos Suspendedos Totales	PEE/LAB-CESTTA/13 APHA 2540 D	mg/L	<50	220	±14%
Tensoactivos	PEE/LAB-CESTTA/44 APHA 5540 C	mg/L	1,27	2,0	± 7%
Potencial de Hidrógeno	PEE/LAB-CESTTA/05 APHA 4500 H ⁺	----	5,76	5-9	± 0,10
Fenoles	PEE/LAB-CESTTA/14 APHA 5530 D	mg/L	<0,02	0,2	±32%
Sólidos Totales	PEE/LAB-CESTTA/10 APHA 2540 B	mg/L	3812	1600	± 3%

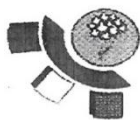
OBSERVACIONES:
 • Muestra receptada en laboratorio
 • Límites de descarga al sistema de alcantarillado público. Tabla 11 TULAS
 • Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE

RESPONSABLES DEL INFORME:
 Dr. Mauricio Alvaraz
 RESPONSABLE TÉCNICO
 Dra. Nancy Veloz M.
 JEFE DE LABORATORIO

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	Análisis de aguas 2 para Diagnostico.		
	Certificado	Por eliminar		LAMINA No.	Escala:	Fecha:
	Aprobado	Por aprobar		02	1:1	29/11/2013
	Por calificar	X Información				

ANEXO III

Notificación del GAD de Pelileo por incumplimiento a CACTOMER I.N



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL
DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL
Telf. 03 2871121 / 2871125 Ext. 106 FAX. (03) 2871207

Oficio Circular N° 112 JCA-GMCSP
Pelileo, 17 de Septiembre del 2013

Asunto. Notificación para la implementación de acciones correctivas en los sistemas de tratamiento de aguas residuales para dar cumplimiento a la normativa ambiental vigente.

Señor.

Carlos Toainga

REPRESENTANTE LEGAL DE LA LAVANDERIA Y TINTORERIA CACTOMER INC

Parroquia Bolívar

Presente

De mi consideración:

Mediante reunión de trabajo realizado el 22 de Agosto del 2013, entre GAD Pelileo, Ministerio del Ambiente, Propietarios de lavanderías de Jeans, se resolvió que un plazo no mayor a 45 días calendario se debe implementar las medidas correctivas necesarias en los sistemas de tratamiento de aguas residuales a fin de que las descargas resultantes del proceso de lavado textil cumplan con la normativa ambiental vigente (TULSMA y ordenanzas locales), esto se evidenciará con la presentación en la Dirección de Gestión Ambiental del GAD Pelileo y en la Dirección Provincial del Ambiente de Tungurahua de un informe de mejoras implementadas para corregir los parámetros que están incumpliendo la normativa ambiental, y un análisis de aguas de acuerdo al protocolo de muestreo emitido por el MAE.

Cabe señalar de que los nuevos monitoreos a realizarse por la Dirección de Gestión Ambiental- Unidad de Calidad Ambiental se procederá de acuerdo con la ordenanza "Para la prevención y control de la contaminación ambiental ocasionada por las actividades agroindustriales, industriales avícolas, porcícolas, comerciales artesanales y de servicio", publicado en el registro oficial, edición especial N°42 con fecha Quito 22 de agosto del 2013.

Los parámetros a presentar en el análisis de agua residual son:

- Caudal
- Demanda Química de Oxígeno.
- Demanda Biológica de Oxígeno
- Temperatura.
- Sólidos Suspendidos Totales.
- Sólidos Sedimentables
- Fenoles
- Sulfuros
- Aceites y Grasas
- Tensoactivos
- Color

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,
Pelileños Activos, Construyendo El Desarrollo Local

Ing Elizabeth Barahona
JEFE DE CALIDAD AMBIENTAL GAD PELILEO

Visto Bueno

Ing. Oscar Rivelino López S.
DIRECTOR DE GESTION AMBIENTAL
GAD PELILEO

Av. 22 de Julio y Padre J. Chacón
www.pelileo.gob.ec
Pelileo - Tungurahua - Ecuador

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	PROBLEMATICA		
	Certificado	Por eliminar		LAMINA No.	Escala:	Fecha:
	Aprovado	Por aprobar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA	03	1:1	29/11/2013
	Por calificar	X Información	JAVIER A. PORRAS M.			

ANEXO IV

Notificación del Ministerio del ambiente por incumplimiento a CACTOMER I.N



Oficio Nro. MAE-CGZ3-DPAT-2013-1287

Ambato, 10 de septiembre de 2013

COMUNICADO

Mediante oficio No. 401 DGA-GMCSPP de fecha 20 de agosto de 2013 la Dirección de Gestión Ambiental del GAD Municipal del cantón San Pedro de Pelileo, remite a esta Dependencia Administrativa el informe de seguimiento y monitoreo al sector de lavandería textil.

Luego de la revisión de la información, se determina que existen parámetros que están por sobre los límites permisibles establecidos en la Normativa Ambiental vigente, por lo cual se dispone que en un plazo no mayor a 30 días se presente a esta Cartera de Estado lo siguiente:

- Informe de mejoras implementadas para corregir los parámetros que están incumpliendo la normativa ambiental.
- Resultados de los análisis en los cuales se verifique el cumplimiento a la normativa.
- Estado actual del proceso de licenciamiento ambiental.

El incumplimiento de lo dispuesto derivará en la aplicación de la Normativa Ambiental vigente con las sanciones y multas que corresponde.

Atentamente,

Ing. Omar Mauricio Landázuri Galárraga
COORDINADOR GENERAL ZONAL - ZONA 3 (TUNGURAHUA, PASTAZA,
COTOPAXI Y CHIMBORAZO) - DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE
DE TUNGURAHUA

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	PROBLEMATICA		
	Certificado	Por eliminar		LAMINA No.	Escala:	Fecha:
Comunicado	Aprobado	Por aprobar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA	04	1:1	29/11/2013
	Por calificar	X Información	JAVIER A. PORRAS M.			

ANEXO V Pruebas de laboratorio (Turbiedad y pH)



a.-



b.-

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Pruebas de laboratorio		
				LAMINA No.	Escala:	Fecha:
a.- Turbiedad	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.			
b.- pH	Aprovado	Por aprobar		05	-----	29/11/2013
	Por calificar	X Información				

ANEXO VI

Pruebas de laboratorio (sulfuros y sólidos totales)



a.-



b.-

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Pruebas de laboratorio		
a.- Sulfuros	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	LAMINA No.	Escala:	Fecha:
b.- Sólidos T.	Aprovado	Por aprobar		06	-----	30/11/2013
	Por calificar	X Información				

ANEXO VII

Comparación de bombas antes y después de optimización



a.-



b.-

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Comparación de optimización		
				LAMINA No.	Escala:	Fecha:
a.- Antes	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.			
b.-	Aprovado	Por aprobar				
Despues	Por calificar	X Información		07	-----	21/12/2013

ANEXO VIII

Adecuación de tanque para tratamiento secundario



a.-



b.-

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	Comparación de optimización en tanques tratamiento secundario.		
	a.- Antes	Certificado	Por eliminar	LAMINA No.	Escala:	Fecha:
	b.- Despues	Aprovado Por calificar	Por aprobar X Información	08	-----	21/12/2013

ANEXO IX

Adecuación de canales

a.-



b.-



NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Adecuación de canales		
a.- Rejillas	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	LAMINA No.	Escala:	Fecha:
b.- Limpieza	Aprovado	Por aprobar		09	-----	23/12/2013
	Por calificar	X Información				

ANEXO X

Implementación de torre de aireación



a.-



b.-

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Implementación de torre de aireación		
a.- Sin torre	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	LAMINA No.	Escala:	Fecha:
b.- Con torre	Aprovado	Por aprobar		10	----	23/12/2013
	Por calificar	X Información				

ANEXO XI

Resultado de análisis pruebas de jarras 2013/12/06 antes de planta de tratamiento.

ESPOCH

LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Sr. Javier Porras

Fecha de Análisis: 29 de Octubre del 2013

Fecha de Entrega de Resultados: 6 de diciembre del 2013

Tipo de muestras: Agua Residual de Tintorería y Lavandería de Jeans

CACTOMER I.N

Localidad: Provincia de Tungurahua del Cantón Pelileo Parroquia Bolívar.

Código LAT/020-13

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Temperatura	°C	2550-B	<40	19,5
Color	Und. Co/Pt	2120-C	-----	6630
pH	Und.	4500-B	5-9	7,05
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	24,8
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	541
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	1644
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	532
Sulfuros	mg/L		1,0	650
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	-----	14430
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	18324

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	Pruebas de jarras		
	Resultado De analisis	Por eliminar Aprovado Por aprobar Por calificar X Información		LAMINA No.	Escala:	Fecha:
				11	1:1	29/12/2013

ANEXO XII

Resultado de análisis pruebas de jarras 2013/12/07 casa comercial 1

ESPOCHLABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Sr. Javier Porras

Fecha de Análisis: 30 de Octubre del 2013

Fecha de Entrega de Resultados: 7 de diciembre del 2013

Tipo de muestras: Agua Residual de Tintorería y Lavandería de Jeans

CACTOMER I.N

Localidad: Provincia de Tungurahua del Cantón Pelileo en la Parroquia Bolívar.

Código LAT/020-13

Análisis Químico


Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Temperatura	°C	2550-B	<40	19,8
Color	Und. Co/Pt	2120-C	-----	820
pH	Und.	4500-B	5-9	7,21
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	3,34
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	87
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	868
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	325
Sulfuros	mg/L		1,0	36
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	-----	2400
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	2715

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.


Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	Pruebas de jarras		
	Resultado De analisis	Certificado Por eliminar Aprobado Por aprobar Por calificar X Información		LAMINA No.	Escala:	Fecha:
				12	1:1	29/12/2013

ANEXO XIII

Resultado de análisis pruebas de jarras 2013/12/07 casa comercial 2

ESPOCHLABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Sr. Javier Porras

Fecha de Análisis: 30 de Octubre del 2013

Fecha de Entrega de Resultados: 7 de diciembre del 2013

Tipo de muestras: Agua Residual de Tintorería y Lavandería de Jeans

CACTOMER I.N

Localidad: Provincia de Tungurahua del Cantón Pelileo en la Parroquia Bolívar.

Código LAT/020-13

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Temperatura	°C	2550-B	<40	20,1
Color	Und. Co/Pt	2120-C	-----	640
pH	Und.	4500-B	5-9	7,42
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	-----	3.18
Turbiedad	UNT	2130-B	-----	80
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	620
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	302
Sulfuros	mg/L		1,0	20
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	-----	1880
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	2175

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.


Dra. Gina Álvarez R. ESPOCH
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Pruebas de jarras		
Resultado De analisis	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	LAMINA No.	Escala:	Fecha:
	Aprovado	Por aprobar		13	1:1	29/12/2013
	Por calificar	X Información				

ANEXO XIV

Resultado de análisis pruebas de jarras optimizada 2013/12/08 casa comercial 3

ESPOCH**LABORATORIO DE ANÁLISIS TÉCNICOS
FACULTAD DE CIENCIAS**

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998 200 ext 332

Riobamba - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Sr. Javier Porras

Fecha de Análisis: 31 de Octubre del 2013

Fecha de Entrega de Resultados: 8 de diciembre del 2013

Tipo de muestras: Agua Residual de Tintorería y Lavandería de Jeans

CACTOMER I.N

Localidad: Provincia de Tungurahua del Cantón Pelileo en la Parroquia Bolívar.

Código LAT/020-13

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
Temperatura	°C	2550-B	<40	19,7
Color	Und. Co/Pt	2120-C	----	240
pH	Und.	4500-B	5-9	7,58
Conductividad	mSiems/cm	2510-B	----	2,08
Turbiedad	UNT	2130-B	----	41
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	500	466
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	250	231
Sulfuros	mg/L		1,0	0,85
Sólidos Disueltos	mg/L	2540-C	----	1218
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	1528

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

**TULAS TABLA 11. Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

Observaciones:

Atentamente.




Dra. Gina Álvarez R. ESPOCH
RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	Pruebas de jarras		
	Certificado	Por eliminar		LAMINA No.	Escala:	Fecha:
Resultado De analisis	Aprobado	Por aprobar		14	1:1	29/12/2013
	Por calificar	X Información				

ANEXO XV

Resultado de análisis de aguas 2013/2011

Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

CONSEJO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ
CONSEJO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ
CONSEJO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ
CONSEJO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ
CONSEJO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ
CONSEJO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ
CONSEJO DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN Nº OAE LE C 11-010	DATOS DEL CLIENTE		Versión: 6
	CLIENTE:	CACTOMER LN	Pág. 1 de 1
	REPRESENTANTE:	Sr. Carlos Toainga	Código: REG TEC 018
	DIRECCIÓN:	Pelileo, Bolívar	Fecha formato: 12/08/2013
	TELÉFONO:	03 2554072	NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	09 94431113	LACQUA	1 3 4 9 7
e-mail:	carlostoinga23@hotmail.com	REFERENCIA ORDEN DE TRABAJO	2013 4 9 5

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 54	TEM. AMBIENTE(°C): 19
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual Descarga Final - Planta de Tratamiento	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Compuesta	
FECHA DE ANÁLISIS:	Desde el 20 al 28 de noviembre de 2013	
FECHA EMISIÓN DE INFORME:	29 de noviembre de 2013	

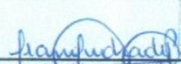
INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

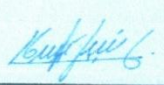
PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LIM. MAX *	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
pH	UpH	7,12	5 a 9	PRO TEC 011 / APHA 4500 H+ B	± 1,68 %
DQO***	mg/l	496	500	SM 5220 - D	-----
DBO5**	mg/l	322	250	PRO TEC 030 / APHA 5220 B	-----
Aceites y grasas***	mg/l	< 11,8	100	PEAGCEN12	-----
Fenoles***	mg/l	< 0,05	0,2	PEAGCEN11	-----
Caudal de descarga**	l/s	2,4	1,5 veces el caudal promedio del sistema de alcantarillado	SEGÚN CONDICIONES DEL SISTEMA (Consumo por día)	-----
Temperatura	°C	23,2	< 40	PRO TEC 043 / APHA 2550 B	± 12 %
Sulfuros	mg/l	0,424	1,0	PRO TEC 042 / APHA 4500 S E	± 4,74 %
Detergentes**	mg/l	0,46	2,0	PEAGCEN10	-----
Sólidos Suspendidos	mg/l	120	220	PRO TEC 029 / APHA 2540 D	± 8,38 %
Sólidos Sedimentables*	ml/l	0,7	20	PRO TEC 021 / APHA 2540 F	± 1,04 %
Color**	Unid. Pt - Co	944	-----	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----

* Norma de Referencia: TULAS LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 11
Parámetro acreditado
* Parámetro acreditado fuera del alcance

** Parámetro No acreditado
*** Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:
Certificado: Nº OAE LE 2C 06-007

PERSONAL RESPONSABLE:


Ing. Diana Andrade
ANALISTA


Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TÉCNICO

NOTA:
El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Resultado de Laboratorio		
Resultado De analisis	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	LAMINA No.	Escala:	Fecha:
	Aprovado	Por aprobar		15	1:1	20/11/2013
	Por calificar	X Información				

ANEXO XVI

Resultado de análisis de aguas 2014/13/02

Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

Cooperación a la conservación con la tecnología
Atención personalizada y confidencialidad
Compromiso en el futuro de nuestros clientes
Innovación a la innovación del medio ambiente
Desarrollo de trabajo en equipo
Fuentes de agua de calidad

INFORME DE RESULTADOS



LABORATORIO DE ENSAYOS
N° OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	CACTOMER I.N.
REPRESENTANTE:	Sr. Carlos Toainga
DIRECCION:	Pelileo, Bolívar
TELEFONO:	03 2574072
CELULAR:	09 84431113
e-mail:	carlostoinga23@gmail.com

Versión:	6
Pág.	1 de 2
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	12/08/2013
NUMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 4 - 5 4 7
REFERENCIA ORDEN DE TRABAJO	
2014	5 4 5

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	TEM. AMBIENTE(°C):
TIPO DE MUESTRA:	60	19
RESPONSABLE MUESTREO:	Agua residual descarga final PTAR	
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 13 de febrero de 2014
FECHA DE ANALISIS:	Compuesta	
FECHA EMISION DE INFORME:	Desde 13 al 26 de Febrero de 2013	
	26 de febrero de 2013	

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LIM. MAX [#]	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
pH	UpH	4,13	5 a 9	PRO TEC 011 / APHA 4500 H+ B	± 0,95 %
DQO*	mg/l	310	500	HACH 8000 / PRO TEC 014	± 9,0 %
DBO5**	mg/l	201	250	APHA 5210 D	-----
Aceites y grasas***	mg/l	< 11,8	100	PEAGCEN12	-----
Vanadio***	mg/l	< 0,50	5,0	EPA 3010A	-----
Color**	Unid. Pt - Co	243	-----	PRO TEC 027 / HACH 8025	-----
Caudal de descarga**	l/s	2,80	1,5 veces el caudal promedio del sistema de alcantarillado	SEGÚN CONDICIONES DEL SISTEMA	-----
Hierro**	mg/l	0,68	25,0	PRO TEC 020 / APHA 3500-Fe D	-----
Cromo total	mg/l	0,04	-----	PRO TEC 040 / APHA 3111 B	± 10,31 %
Sulfuros	mg/l	0,062	1,0	PRO TEC 042 / APHA 4500 S E	± 4,74 %
Sulfatos	mg/l	341	400	PRO TEC 026 / HACH 8051	± 13 %
Detergentes**	mg/l	0,5	2,0	PEAGCEN10	-----
Cobre	mg/l	0,28	1,0	PRO TEC 032 / HACH 8026	± 19,60 %
Fenoles***	mg/l	< 0,05	0,2	PEAGCEN11	-----
Níquel***	mg/l	< 0,05	2,0	EPA 3010A	-----
Sólidos Suspendidos	mg/l	36	220	PRO TEC 029 / APHA 2540 D	± 8,38 %
Bario***	mg/l	< 0,05	5,0	EPA 3010A	-----

[#] Norma de Referencia: TULAS LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 11
 * Parámetro acreditado
 ** Parámetro No acreditado
 *** Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:
 Certificado: N° OAE LE 2C 05-005
 N° OAE LE 2C 06-007

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edif. Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono: 09-5363620 / 03-2420106 www.lacquanalisis.com info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Resultado de Laboratorio		
	Resultado De analisis	Por eliminar		LAMINA No.	Escala:	Fecha:
	Aprovado	Por aprobar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA	16	1:1	13/02/2013
	Por calificar	X Información	JAVIER A. PORRAS M.			


ANEXO XVII

Resultado de análisis de aguas 2014/13/02

Lacquanálisis S.A.
soluciones ambientales

Construcción y laboratorio con la calidad
Análisis confiables y precisos
Protección de el futuro de nuestra región
A la protección del medio ambiente
Procedimientos trabajo en equipo
Tratamiento primario de agua dulce

INFORME DE RESULTADOS

 LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE C 11-010	DATOS DEL CLIENTE		Versión: 6
	CLIENTE:	CACTOMER I.N.	Pág. 2 de 2
	REPRESENTANTE:	Sr. Carlos Toainga	Código: REG TEC 018
	DIRECCION:	Pelileo, Bolívar	Fecha formato: 12/08/2013
	TELÉFONO:	03 2574072	NUMERO DE INFORME:
	CELULAR:	09 84431113	LACQUA 1 4 5 4 7
e-mail:	carlostoinga23@gmail.com	REFERENCIA ORDEN DE TRABAJO	2014 5 4 5

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 60	TEM. AMBIENTE(°C): 19
TIPO DE MUESTRA:	Agua residual descarga final PTAR	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 13 de febrero de 2014
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Compuesta	
FECHA DE ANALISIS:	Desde 13 al 26 de febrero de 2013	
FECHA EMISION DE INFORME:	26 de febrero de 2013	

INFORME ANALISIS FISICO-QUIMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	LIM. MAX [#]	METODO	INCERTIDUMBRE DEL METODO
Cadmio***	mg/l	< 0,02	0,02	EPA 3010A	-----
Mercurio***	µg/l	< 2,00	0,01	EPA 3010A	-----
Plomo***	mg/l	< 0,10	0,5	EPA 3010A	-----
Sólidos Totales	mg/l	2919	1600	PRO TEC 017 / APHA 2540 B	± 2,29 %
Zinc***	mg/l	0,36	10	EPA 3010A	-----

[#] Norma de Referencia: TULAS LIBRO VI ANEXO 1 Tabla 11
 Parámetro acreditado
 * Parámetro acreditado fuera del alcance

^{**} Parámetro No acreditado
^{***} Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:
 Certificado: N° OAE LE 2C 05-005
 N° OAE LE 2C 06-007

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Verónica Cashabamba
ANALISTA

Dr. Harold Jiménez
DIRECTOR TECNICO

NOTA:
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edif. Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo
 Teléfono: 09-5363620 / 03-2420106 www.lacquanalisis.com info@lacquanalisis.com
 Ambato, Ecuador - Sud América

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Resultado de Laboratorio		
	Resultado De analisis	Por eliminar		LAMINA No.	Escala:	Fecha:
	Aprobado	Por aprobar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA	17	1:1	13/02/2013
	Por calificar	X Información	JAVIER A. PORRAS M.			

ANEXO XVIII

Coeficiente de pérdida de rejillas

Tabla II. Coeficiente de pérdida para rejillas.

Forma	A	B	C	D	E	F	G
β	2.42	1.83	1.67	1.035	0.92	0.76	1.79

Fuente. NORMA RAS 2000., Título E., Pp 51.

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Diseño de rejillas		
Coeficiente De perdida de rejas	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	LAMINA No.	Escala:	Fecha:
	Aprovado	Por aprobar		18	1:1	29/12/2013
	Por calificar	X Información				

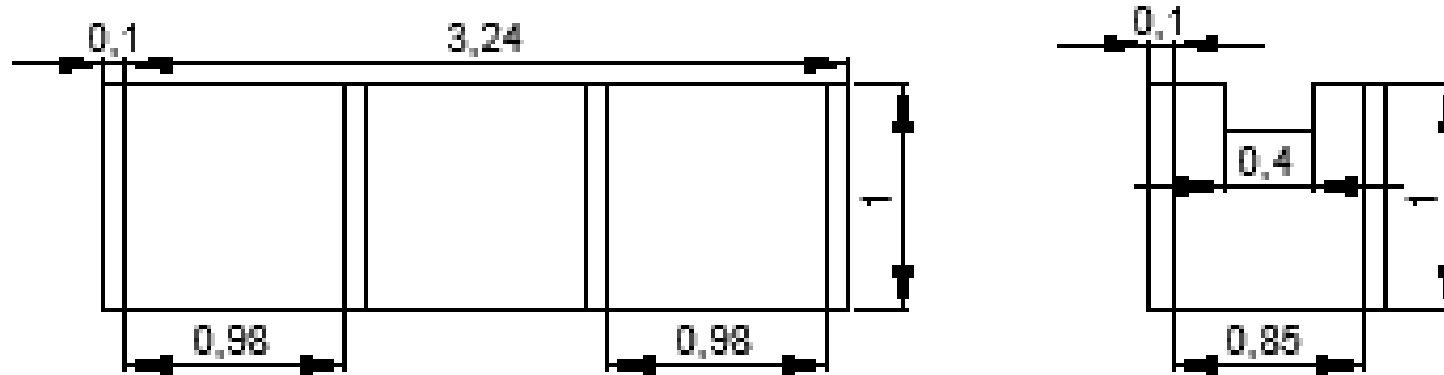
ANEXO XIX

Índice General Nacional para reajuste de precios

INDICE GENERAL NACIONAL PARA REAJUSTE DE PRECIOS								
AÑOS	MESES	Enero	Febrero	Marzo	Sept.	Octubre	Noviembre	Diciembre
1999		23,29	23,92	27,14	31,01	32,30	34,36	36,28
2000		41,48	45,64	49,09	64,45	66,19	67,62	69,29
2001		74,12	76,27	77,95	81,98	82,95	84,27	84,84
2002		86,37	87,29	88,27	91,23	91,82	92,46	92,77
2003		95,08	95,81	96,35	98,12	98,12	98,45	98,41
2004		98,81	99,49	100,18	99,69	99,97	100,38	100,32
2005		100,57	100,84	101,10	102,62	102,98	103,16	103,46
2006		103,96	104,69	105,38	105,92	106,29	106,47	106,43
2007		106,75	106,82	106,92	108,65	108,80	109,34	109,97
2008		111,22	112,27	113,93	119,48	119,52	119,33	119,68
2009		120,52	121,09	122,41	123,41	123,71	124,12	124,84
2010		125,87	126,30	126,51	127,66	127,99	128,33	128,99
2011		129,87	130,59	131,03	134,55	135,02	135,43	135,97
2012		136,74	137,80	139,05	141,58	141,70	141,89	141,63
2013		142,34	142,61	143,23	144,00	144,59	145,16	145,46
2014		146,51						

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Reajuste de precios		
	Indice de reajuste	Certificado Por eliminar		LAMINA No.	Escala:	Fecha:
		Aprobado Por aprobar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA	19	1:1	15/02/2013
		Por calificar X Información	JAVIER A. PORRAS M.			

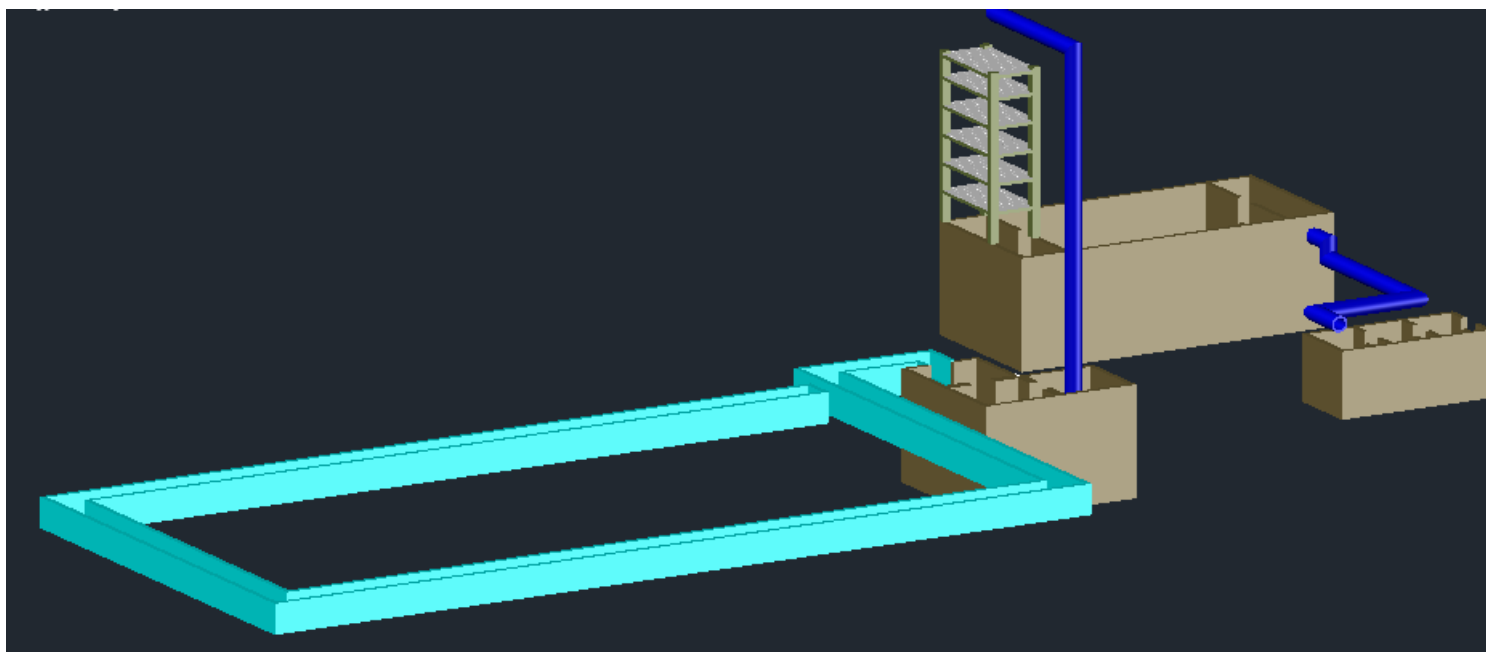
ANEXO XX Corte de adecuación de tanque



NOTA: Adecuación de tanque	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Corte de adecuación de tanque		
	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	Lamina No.	Escala	Fecha
	Aprobado	Por aprobar	ESCUELA DE ING. QUIMICA	20	1:100	10/03/2014
	Por calificar	X Información	JAVIER A. PORRAS M.			

ANEXO XXI

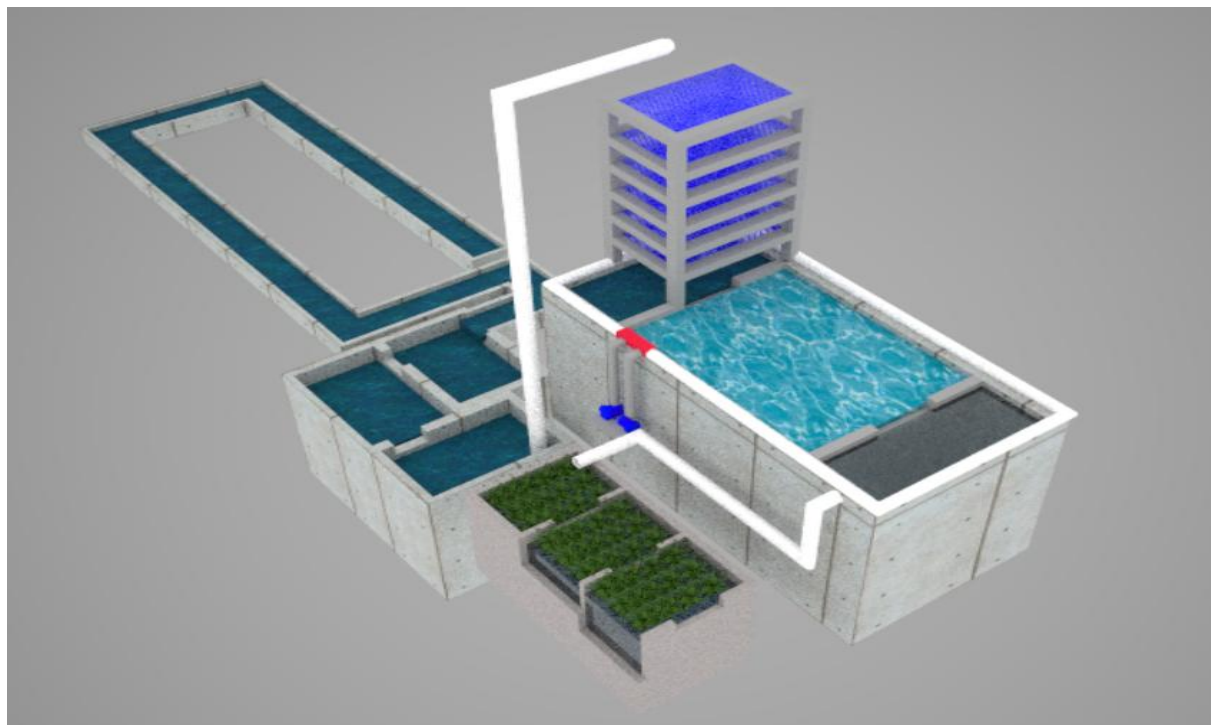
Vista 1 de planta optimizada



NOTA:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	EMPRESA CACTOMER I.N		
Vista 1 de planta optimizada	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS			
	Aprobado	Por aprobar	ESCUELA DE ING. QUIMICA	Lamina No.	Escala	Fecha
	Por calificar	X Información	JAVIER A. PORRAS M.	21	1:100	10/03/2014

ANEXO XXII

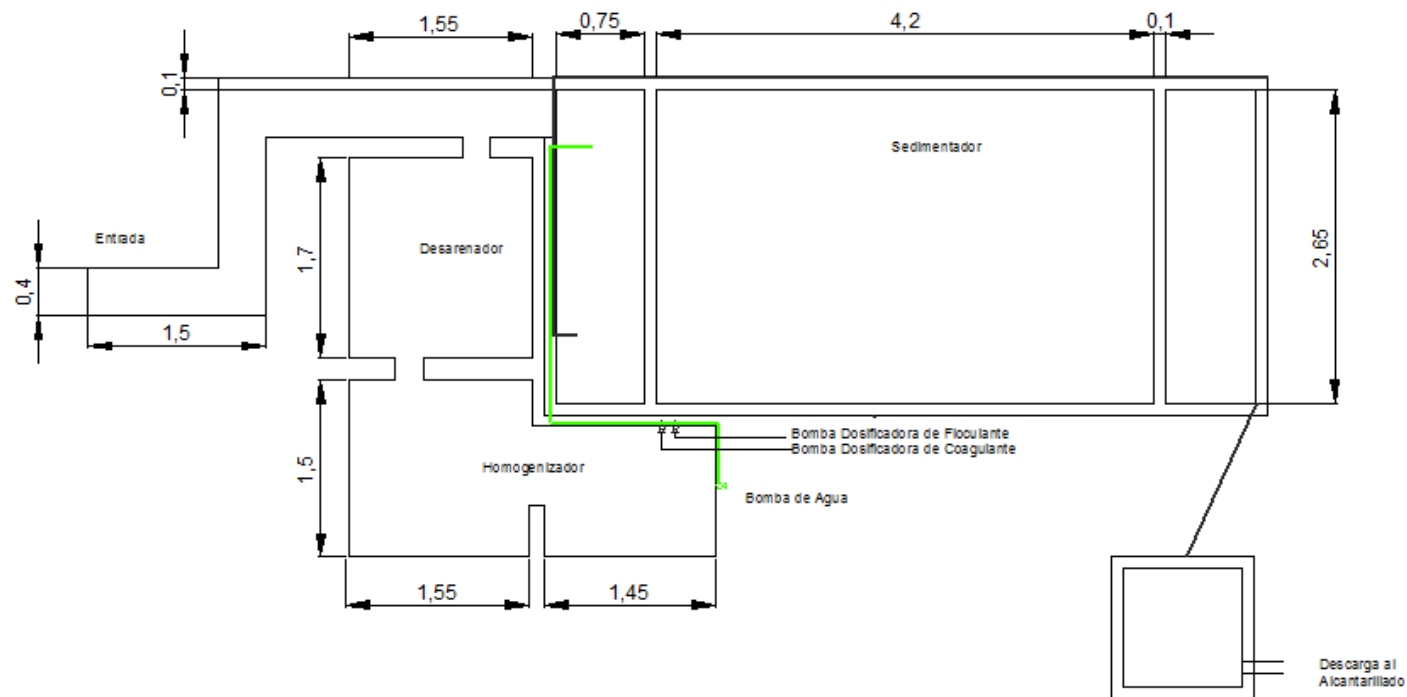
Vista 2 de planta optimizada



NOTA:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	EMPRESA CACTOMER I.N		
				Lamina No.	Escala	Fecha
Vista 2 de planta optimizada	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	22	1:100	10/03/2014
	Aprobado	Por aprobar	ESCUELA DE ING. QUIMICA			
	Por calificar	X Información	JAVIER A. PORRAS M.			

ANEXO XXIII

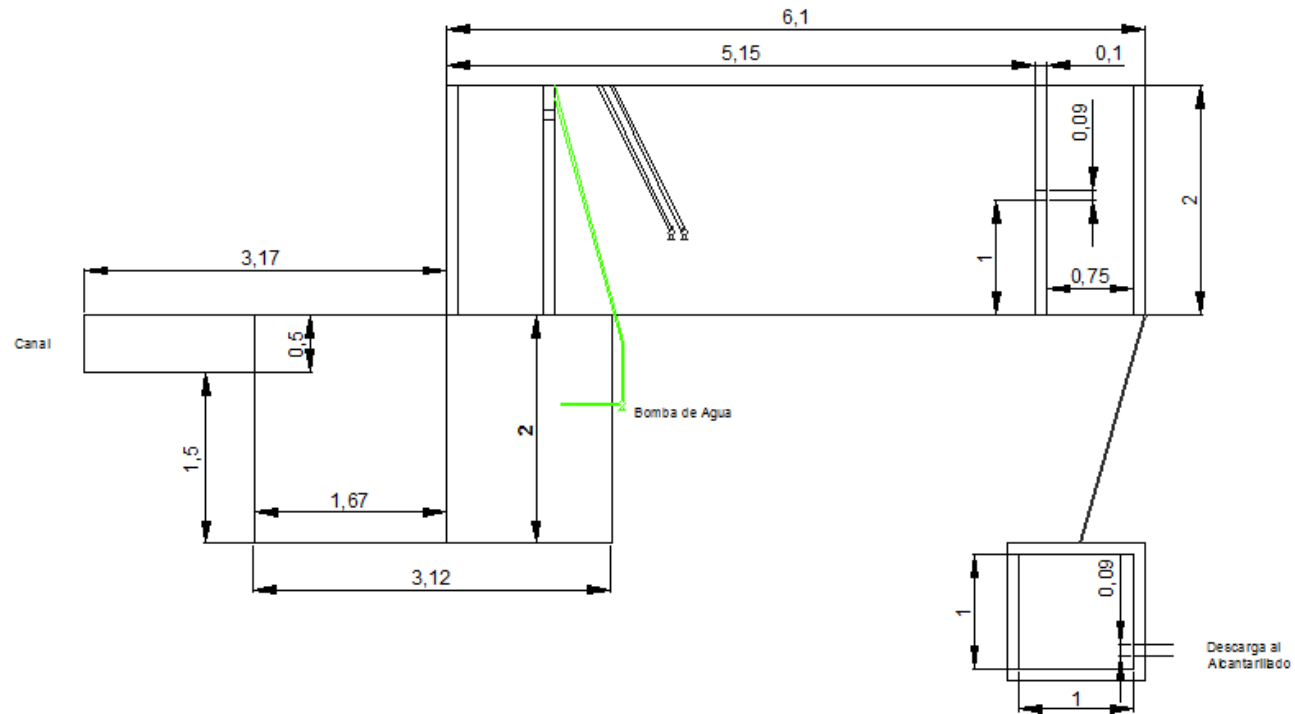
Planos antes de optimización



NOTA:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Planos antes de optimización		
	Vista de planos	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	Lamina No.	Escala
		Aprobado	Por aprobar		23	1:100
		Por calificar	X Información			10/03/2014

ANEXO XXIV

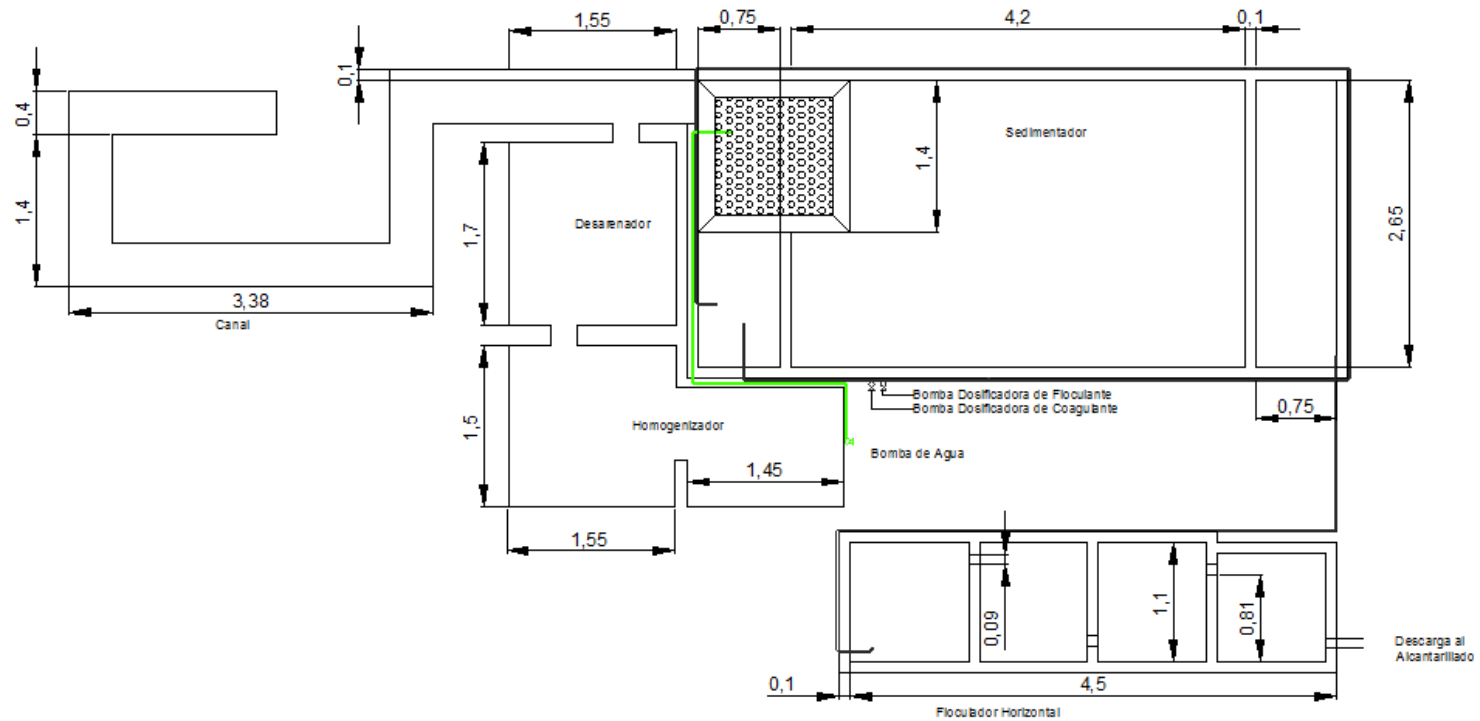
Planos antes de optimización



NOTA:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Planos antes de optimización		
Vista lateral de planos	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS	Lamina No.	Escala	Fecha
	Aprobado	Por aprobar	ESCUELA DE ING. QUIMICA			
	Por calificar	X Información	JAVIER A. PORRAS M.	24	1:100	10/03/2014

ANEXO XXIV

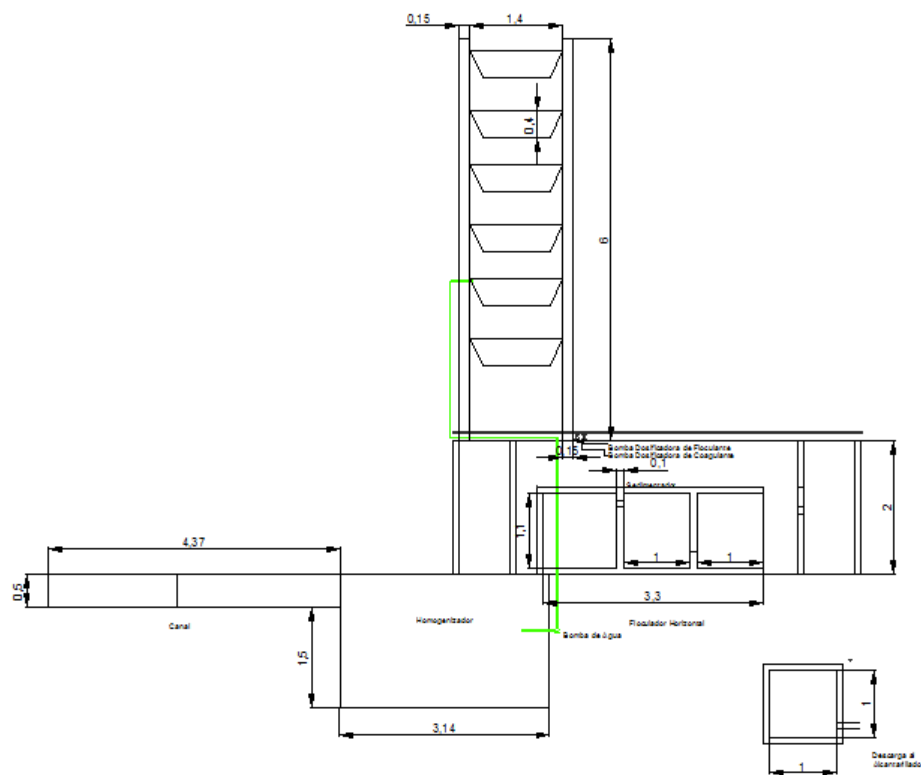
Planos después de optimización



NOTA:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Planos después de optimización		
	Vista de planos	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	Lamina No.	Escala
		Aprobado	Por aprobar		25	1:100
		Por calificar	X Información		10/03/2014	

ANEXO XXVI

Planos después de optimización



NOTA:

Vista lateral de
planos

CATEGORIA DEL DIAGRAMA

Certificado	Por eliminar
Aprobado	Por aprobar
Por calificar	X Información

ESPOCH

FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE ING. QUIMICA
JAVIER A. PORRAS M.

Planos después de optimización

Lamina No.	Escala	Fecha
26	1:100	10/03/2014

ANEXO XXVII

Certificado de Jefe de Calidad Ambiental GAD Pelileo



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL
DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO

Dirección de Gestión Ambiental

Telf. 03 2871121 / 2871125 Ext. 106 FAX. (03) 2871207

Pelileo, 11 de marzo del 2014

A QUIEN CORRESPONDA:

Ing. Elizabeth Barahona, JEFE DE CALIDAD AMBIENTAL GAD
PELILEO, certifica que el Señor:

Javier Alberto Porras Morales

Ha realizado el proceso de "Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales para la Empresa CACTOMER I.N ubicada en la Parroquia Bolívar del Cantón Pelileo", dando constancia de su actividad realizada mediante informes muy bien detallados ante el GAD PELILEO y el Ministerio del Ambiente, donde se presencia que los parámetros que en un inicio incumple CACTOMER I.N con la Normativa Ambiental Vigente, en la actualidad y con informe de fecha 24 de febrero del 2014 se constata que existe instalación de torre de aireación, aumento de canal de transporte de efluente, adecuación de tanque biológico y regulación de la dosificación del coagulante-floculante lo cual favorece para el cumplimiento de la Normativa Ambiental de los efluentes del Proceso de Tinturado y Lavado de Jeans.

Con sentimientos de seguida consideración.

Atentamente,

PELILEÑOS ACTIVOS, CONSTRUYENDO EL DESARROLLO LOCAL

Ing. Elizabeth Barahona

JEFE DE CALIDAD AMBIENTAL GAD PELILEO



Av. 22 de Julio y Padre J. Chacón
www.pelileo.gob.ec
Pelileo - Tungurahua - Ecuador

NOTA:	CATEGORÍA DEL DIAGRAMA		ESPOCH	Certificado de Jefe de Calidad Ambiental GAD Pelileo		
				LAMINA No.	Escala:	Fecha:
Certificado GAD Pelileo	Certificado	Por eliminar	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE ING. QUIMICA JAVIER A. PORRAS M.	27	1:1	11/03/2014
	Aprovado	Por aprobar				
	Por calificar	X Información				